



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DEL DISEÑO

Grado en Ingeniería Aeroespacial

Trabajo Fin de Grado

Accidentes de aviación. Análisis Causal (2012 – 2016)

Autor: Javier Gimeno Cebrián

Tutor: José Pedro Magraner Rullan

Valencia, Julio/2018

Curso 2017-2018

ABSTRACT

En el presente documento se analizan los accidentes acaecidos en los últimos 5 años para tratar de comprender por qué ocurren y cómo se puede actuar de modo que se minimicen tanto el número de accidentes como la gravedad de estos.

La información ofrecida por ICAO (International Civil Aviation Organization) resulta fundamental para realizar este estudio, gracias a ella es posible clasificar todos los accidentes de la aviación general de una forma estandarizada, pero lo que resulta interesante no son únicamente las categorías en las que se clasifica cada accidente, sino cuáles son las condiciones en las que se producen estos.

La gran mayoría de los accidentes en la aviación no resultan fatales, en gran parte por los progresos realizados en términos de seguridad y regulación durante los últimos años, siendo así que la principal causa de accidentes (53% del total de los accidentes de la aviación general) se traduce en únicamente 17 de los 2062 fallecidos entre 2012 y 2016.

Son principalmente sucesos aislados e imprevisibles los que se traducen en un mayor número de muertes, no obstante, existen tres situaciones a priori evitables que suponen un gran número de fallecidos. (1) las pérdidas de control en vuelo, (2) los fallos de sistemas o componentes y (3) las incursiones de vuelos controlados en tierra.

Estas tres categorías de accidentes presentan cada una de ellas situaciones repetidas o bastante comunes, entre las que se incluyen ciertos tipos de maniobras como la de *go-around* que generalmente no son llevadas a cabo adecuadamente, también son muy comunes las situaciones de entrada en pérdida no reconocidas.

En general la gran mayoría de estas situaciones se podrían solucionar con un entrenamiento más exhaustivo de los pilotos en las maniobras más conflictivas y en situaciones críticas, así como el entrenamiento no únicamente individual sino en colaboración con distintos compañeros, de modo que en situaciones de alto estrés y nerviosismo los pilotos no se obcequen y sean capaces de trabajar conjuntamente para fijar el problema y tratar de solucionarlo. Esto, añadido a regulaciones más estrictas tanto a las compañías como a las entidades certificadoras para asegurar unos mínimos de seguridad y entrenamiento, son unos primeros pasos fundamentales para reducir en gran medida tanto el número de accidentes como las fatalidades derivadas de estos, como se ha venido haciendo los últimos años en las áreas más conflictivas de la aviación.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL NÚMERO DE ACCIDENTES EN AVIACIÓN	12
1.2	SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN	13
2	ACCIDENTES AVIACIÓN GENERAL	15
2.1	TIPO DE ACCIDENTE.....	15
2.1.1	<i>Clasificación no unificada</i>	<i>15</i>
2.1.2	<i>Clasificación ICAO-IATA</i>	<i>18</i>
2.2	REGIÓN RASG	22
3	AVIACIÓN COMERCIAL REGULAR.....	24
3.1	FASE DE VUELO	25
3.2	REGIÓN RASG	25
3.2.1	<i>Ratio de accidentes.....</i>	<i>26</i>
3.2.2	<i>Accidentes fatales.....</i>	<i>27</i>
3.3	TIPO DE ACCIDENTE – CLASIFICACIÓN ICAO.....	29
3.3.1	<i>Tendencia en la corrección de factores de riesgo</i>	<i>33</i>
3.4	TENDENCIAS 2017	34
4	PÉRDIDA DE CONTROL EN VUELO	36
4.1	ACCIDENTES LOC-I 2017	46
5	CONTROLLED FLIGHT INTO TERRAIN	48
6	SYSTEM COMPONENT FAILURE	53
7	CONCLUSIONES Y ACCIONES FUTURAS.....	56
7.1	CONCLUSIONES EXTRAÍDAS DEL ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES AÉREOS.....	56
7.1.1	<i>Tipo de Aviación</i>	<i>56</i>
7.1.2	<i>Aviación comercial.....</i>	<i>57</i>
7.2	ACCIONES FUTURAS Y SUGERENCIAS	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejecución maniobra go-around.....	6
Ilustración 2. Accidentes fatales con al menos 19 pasajeros	12
Ilustración 3. Accidentes por millón de vuelos (1977-2017)	12
Ilustración 4. Principales causas según FAA y datos de accidentes.....	13
Ilustración 5. Áreas de riesgo según EASA	14
Ilustración 6.. Código unificado ICAO-IATA.....	14
Ilustración 7. Número de accidentes.....	17
Ilustración 8. Número de muertes.....	18
Ilustración 9. Accidentes por millón de vuelos (Hasta 2014 no se distinguía si existía daño a personas)	19
Ilustración 10. Clasificación de accidentes (2016).....	21
Ilustración 11.. Distribución regiones ICAO	22
Ilustración 12. Número de accidentes por región (2016)	22
Ilustración 13. Accidentes por millón de despegues por región (2016)	23
Ilustración 14. Accidentes por millón de vuelos	24
Ilustración 15. Tendencia desde 2012 hasta 2016 de accidentes y accidentes fatales....	24
Ilustración 16. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, 1959 - 2008, Boeing.....	25
Ilustración 17. Distribución accidentes por regiones 2016.....	25
Ilustración 18. Accidentes por millón de salidas por región y año.....	26
Ilustración 19.. Porcentaje de Accidentes fatales por RASG y año	27
Ilustración 20. Porcentaje de accidentes fatales por RASG respecto al global	28
Ilustración 21. Ratio de accidentes fatales por millón de vuelos.....	28
Ilustración 22. Número de muertes por región y año	29
Ilustración 23. Porcentaje de accidentes debido a cada causa	30
Ilustración 24. Porcentaje de accidentes con al menos 1 fallecido respecto al total de cada causa	31
Ilustración 25. Porcentaje de fallecidos debido a las principales causas	31
Ilustración 26. Porcentaje de fallecidos debido a las principales causas (No UNK ni OTH).....	32
Ilustración 27. Comparativa ICAO factores de riesgo 2005-2010 y 2011	33
Ilustración 28. Culpables de incidentes relacionados con la pérdida del control en vuelo	36
Ilustración 29. Accidentes fatales aviación general (LOC-I)	37
Ilustración 30. Causas principales accidentes LOC-I.....	43
Ilustración 31. Analogía del iceberg.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Comparativa evolución con 2017 (Parte 1)	34
Tabla 2.Comparativa evolución con 2017 (Parte 2)	34
Tabla 3.Comparativa accidentes bajo diferentes condiciones	46

DEFINICIONES

- **ALT SEL:** Instrumento de la aeronave que permite seleccionar la altitud a la que se desea volar.
- **Buffet:** Fenómeno aerodinámico caracterizado por fuertes vibraciones.
- **Cargo flight:** Vuelo cuyo objetivo principal es el transporte de mercancías.
- **Ferry flight:** Vuelo cuyo objetivo principal es mover la aeronave de lugar, no el transporte de pasajeros ni mercancías.
- **Go-around:** Maniobra de abandono de una aproximación realizada cuando esta no se puede realizar en condiciones de seguridad.

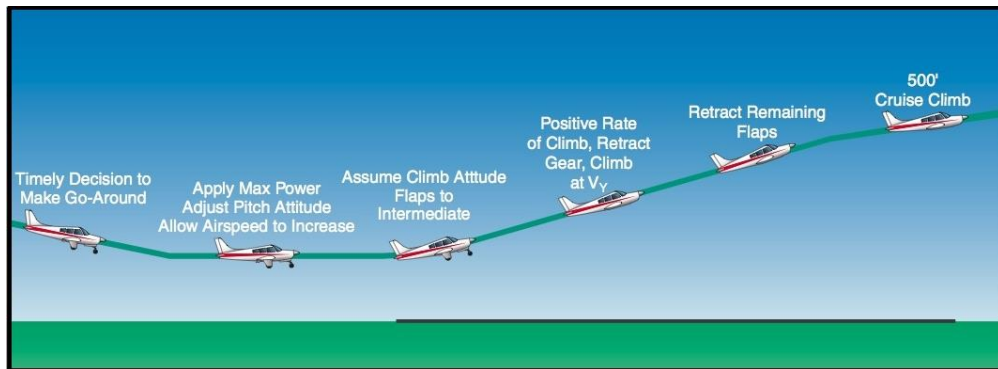


Ilustración 1. Ejecución maniobra go-around

- **Nose up:** Actitud de la aeronave caracterizada por la elevación del morro.
- **Overhaul:** Término empleado en el mantenimiento. Hace referencia a una revisión completa.
- **Shimmy:** Movimiento oscilatorio, combinación de guiñada y movimiento lateral del tren de aterrizaje causado por la interacción entre el comportamiento dinámico de las ruedas y la dinámica estructural del tren.
- **Stall (Entrada en pérdida):** Disminución súbita de la sustentación que se vuelve insuficiente para mantener la aeronave en vuelo estable, debido a que el ángulo de ataque resulta demasiado grande o la velocidad demasiado baja.
- **Stickshaker:** Mecanismo que hace vibrar de forma notoria la palanca de mandos para advertir al piloto de una entrada en pérdida inminente.

- **Taxi:** Desplazamiento de la aeronave sobre la superficie del aeródromo bajo su propia potencia previa o posteriormente al vuelo, se considera una fase de vuelo.
- **Towing:** Desplazamiento de la aeronave asistido por un remolque, se considera una fase de vuelo.
- **Undershoot / Overshoot:** Contacto con tierra fuera de la superficie de la pista, tanto por quedarse corto (Undershoot) como por pasarse (Overshoot).
- **Windshear:** Fenómeno meteorológico caracterizado por el cambio significativamente elevado de la velocidad o la dirección del viento en una distancia relativamente corta.

SIGLAS

- **AD:** Airworthiness Directive
- **AMM:** Aircraft Maintenance Manual
- **APU:** Auxiliary Power Unit
- **ATC:** Air Traffic Control
- **EASA:** European Aviation Safety Agency
- **EGPWS:** Enhanced Ground Proximity Warning System
- **FAA:** Federal Aviation Administration
- **FL:** Flight Level, viene seguido por un número de dos cifras que representa la altitud en miles de pies.
- **FOD:** Foreign Object Debris¹
- **IATA:** International Air Transport Association
- **ICAO/OACI:** International Civil Aviation Organization / Organización de Aviación Civil Internacional
- **IFR:** Instrumental Flight Rules
- **ILS:** Instrument Landing System
- **MDA:** Minimum Descent Altitude
- **MTOW:** Maximum Take-Off Weight
- **NDB:** Non-Directional Beacon
- **RAE:** Real Academia Española
- **Sistema NTS:** Negative Torque Sensing, proporciona protección anti-drag cuando un motor pierde potencia
- **SAFO:** Safety Alert For Operators

¹ En el documento del que ha sido extraído, puede significar otra cosa en otro contexto

- **SOP:** Standard Operating Procedures
- **TO/GA:** Take-Off / Go-Around, determina la potencia que se solicita del motor
- **VOR/DME:** VHF Omnidirectional Range / Distance Measuring Equipment

NOTAS

Si no se indica el/los años de estudio explícitamente o se hace referencia a los últimos 5 años, estos serán de 2012 a 2016 que es de los que se dispone de informes oficiales de ICAO.

Si no se indica el año exacto, corresponderá con 2016, que es el último con estadísticas oficiales.

Los lugares donde se clasifican los accidentes son aquellos donde se ha producido el accidente, independientemente del origen o el destino del vuelo. Por tanto, no se distinguirá entre vuelos domésticos y vuelos internacionales.

1 INTRODUCCIÓN

La aviación es un mercado en continuo crecimiento y expansión, tanto por la parte comercial como por la parte técnica y de ingeniería. Existen numerosos conceptos relacionados con ella que desconocemos o bien no somos capaces de explicar o comprobar con total certeza, y quizás debido a esto alguna gente abriga cierta desconfianza acerca de este medio de transporte, que posee, por otra parte, ventajas claramente apreciables. Pese a que la aviación únicamente presenta 1 accidente grave cada 1.63 millones de vuelos², mientras que cuando se habla de automóviles se produce 1 accidente cada 377646 desplazamientos³, aun así, existe un cierto temor a volar en una pequeña parte de la población.

En el presente documento, se analizarán cuáles son las principales causas de los accidentes en el conjunto del sector aeronáutico y, tras un estudio general, se profundizará en los desencadenantes de los accidentes únicamente en la aviación comercial.

No se prestará tanta atención al sector militar o al sector de los drones, dado que en ambos casos no se dispone de tanta información procedente de las investigaciones, o estas no son públicas, como podría ser el caso del sector militar, y además no resultan tan imperativas como en el ámbito comercial. Pese al obvio auge del sector de los drones, al tratarse estos de aeronaves no tripuladas, no es tan imperativa la necesidad de seguridad como en una aeronave de transporte de pasajeros.

Cabe destacar también que se analizarán únicamente “accidentes”, pero no “incidentes”, por motivos similares a los expuestos previamente.

Un **accidente** se define como: (Ref. 49 CFR 830.2) “*an occurrence associated with the operation of an aircraft which takes place between the time any person boards the aircraft with the intention of flight and the time all such persons have disembarked, and in which any person suffers death or serious injury, or in which the aircraft receives substantial damage*”⁴

Si atendemos a la definición de la **RAE**: “Suceso eventual o acción de que resulta daño involuntario para las personas o las cosas”.

Mientras que un **incidente** se define como: (Ref. 49 CFR 830.2) “*an occurrence other than an accident which is associated with the operation of an aircraft and that affects or could affect the safety of operations*”⁴

Resulta por tanto evidente el interés de separar los accidentes de los incidentes, dada toda la información que estos pueden aportar para evitar futuros posibles accidentes. Es común en el ámbito aeronáutico, así como muchos otros, el basarse en la experiencia para progresar en campos que, o bien son desconocidos, o de los que no se dispone mucha

² Datos obtenidos de OACI para 2016 (estadísticas globales)

³ Datos obtenidos de la DGT para 2016 (únicamente tiene en cuenta España)

⁴ Lessons Learned in Aircraft Design- Jan Roskam

información. Por ello, es vital el estudio de los errores cometidos, así como de los accidentes para evitar futuros fallos.

1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL NÚMERO DE ACCIDENTES EN AVIACIÓN

En sus comienzos la aviación se basaba en el método ensayo-error, por lo que los accidentes eran algo a lo que el inicialmente reducido sector aeronáutico estaba acostumbrado; la orientación hacia el transporte de pasajeros todavía era embrionaria.

Con el desarrollo de la tecnología, los materiales y el gran número de experimentos tanto satisfactorios como fallidos, muchos de ellos provenientes del sector militar, la aeronáutica se desarrolló y comenzó a expandirse al ámbito del transporte de pasajeros, donde suponía un gran competidor con los medios de transporte de la época.

Pero, como ocurre en la actualidad, el miedo a volar y la sensación de falta de seguridad del viajero eran comunes. Sin embargo, el número de accidentes aéreos anuales, o bien se ha mantenido entorno a un valor determinado o ha ido disminuyendo a lo largo de los años.

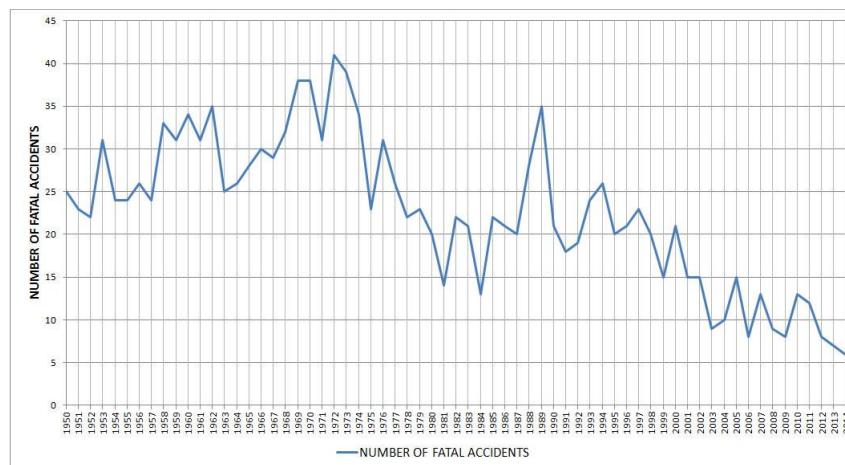


Ilustración 2. Accidentes fatales con al menos 19 pasajeros

Esto contrasta con el claro aumento del número de vuelos anuales efectuados, por lo que el número de accidentes por vuelo efectuado ha disminuido en gran manera.

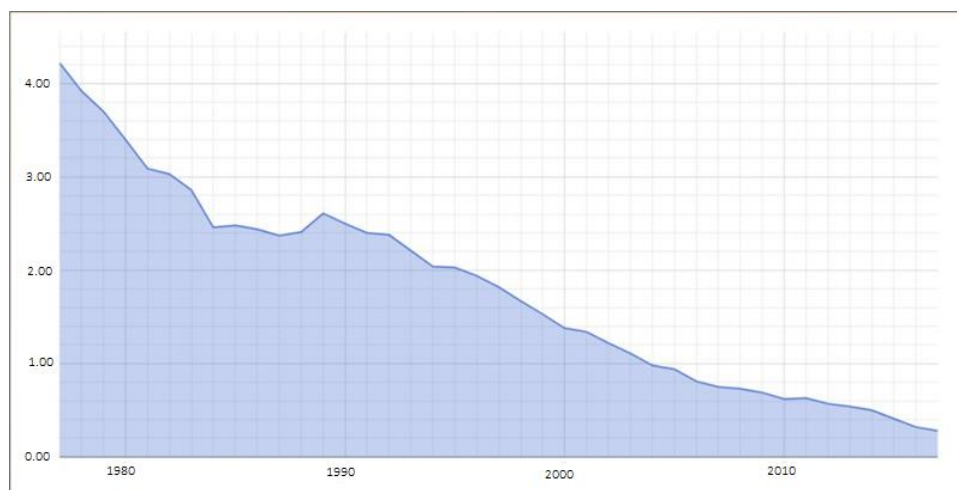


Ilustración 3. Accidentes por millón de vuelos (1977-2017)

Por lo que puede verse claramente que la aviación continuamente va volviéndose más segura, en gran medida gracias al esfuerzo que realizan todos los organismos y entidades relacionados con el sector aeroespacial ante un fallo o un accidente.

Resulta por tanto esencial analizar cuáles son las causas principales de los accidentes en la aviación general.

1.2 SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN

Dada la importancia del análisis en profundidad de los errores cometidos, son numerosas las agencias y organismos que analizan los principales causantes de los accidentes.

Dos de las mayores entidades en cuanto a control aéreo se refiere, como son la FAA y EASA emiten sus propios análisis sobre el tema en cuestión.

Previous seven-year GA fatal accident rates and numbers:

	GA Fatal Accidents per 100,000 Hours	GA Fatal Accidents	GA Fatalities
FY10	1.10	272	471
FY11	1.12	278	469
FY12	1.09	267	442
FY13	1.11	259	449
FY14	1.09	252	435
FY15	0.99	238	384
FY16	0.89	219	413
FY17 (est)	0.84	209	347

The Top 10 Leading Causes of Fatal General Aviation Accidents 2001-2016:

1. Loss of Control Inflight
2. Controlled Flight Into Terrain
3. System Component Failure – Powerplant
4. Fuel Related
5. Unknown or Undetermined
6. System Component Failure – Non-Powerplant
7. Unintended Flight In IMC
8. Midair Collisions
9. Low-Altitude Operations
10. Other

Ilustración 4. Principales causas según FAA y datos de accidentes

Top Safety Issues

As for the key risk areas, it is possible to establish a ranking of safety issues based on the past performance of the system by counting high risk occurrences, or the number of fatalities or through the aggregated risk score.

- Perception and situational awareness
- Icing in flight
- Handling of technical failures
- Turbulence
- Airborne conflict
- Flight planning
- Decision making and planning
- Experience, training and the competence of individuals
- Wind-shear
- Flight-path management
- Mental health

Ilustración 5. Áreas de riesgo según EASA

Pese a la importancia del asunto tratado, ambos organismos no disponen de una nomenclatura unificada para determinar las causas de los accidentes aéreos, por lo que a priori es complicado el realizar un análisis general asumiendo un único mismo criterio.

Es por ello por lo que dos organismos con la importancia de ICAO e IATA, que hasta el año 2010 disponían de clasificaciones independientes, decidieron establecer una serie de categorías que les permitieran unificar los datos de accidentes entre ellos. Esta clasificación comenzó a estar operativa en 2013 y con el tiempo va resultando más y más efectiva a la hora de compartir información.

Code	Description
CFIT	Controlled flight into/towards terrain
RS	Runway safety-related
LOC-I	Loss of control in-flight
F-NI	Fire – non-impact
TURB	Turbulence encounter
OTH	Other
UNK	Unknown
SCF	System component failure

Ilustración 6.. Código unificado ICAO-IATA

Este sistema auto explicativo permite clasificar los accidentes aéreos en diversas categorías, que corresponden con las que se dan con mayor frecuencia.

2 ACCIDENTES AVIACIÓN GENERAL

Un accidente, en la mayoría de las ocasiones, es consecuencia de una cadena de fallos, dado que un único fallo suele ser algo contemplado como posible en fase de diseño y, salvo casos extremos, es posible prever sistemas para subsanarlo, con lo que podría limitarse a un incidente o simplemente a un accidente sin daños mayores.

Es por ello, que pese a que a continuación se realizará un estudio de las causas finales que conllevaron un accidente, más adelante se analizarán con mayor profundidad los fallos que dirigieron a este fallo final.

No debe resultar extraño que se determine como causa habitual de los accidentes a la tripulación a cargo de la aeronave, dado que estos son los responsables finales del comportamiento de esta. Pero, hay que tener en cuenta las condiciones y la serie de limitaciones o condicionantes que se les presentan en este tipo de situaciones, por lo que, pese a que se les considere la causa final de muchos accidentes, se tratará de profundizar en las causas detrás de esto.

2.1 TIPO DE ACCIDENTE

2.1.1 Clasificación no unificada

Como primera aproximación, podemos tratar de clasificar los principales causantes de accidentes en cuanto a aviación general se refiere en 6 grandes grupos que corresponden con los sucesos más frecuentes.

- Factor Humano: La tripulación comete un error o una sucesión de errores que resultan decisivos en el accidente.

Ejemplo: Vuelo GE-235 de TransAsia – ATR-72 (Bimotor Turbohélice). Tras una pérdida de potencia en un motor la tripulación no sigue el procedimiento adecuado y reduce la potencia del motor que funcionaba, desencadenando esto una entrada en pérdida no recuperable posteriormente por la tripulación.

Aquí, pese a que existe un fallo mecánico en el motor, el causante final es la tripulación dado que el fallo de motor podría haber sido remediado.

- Terrorismo/Secuestro: Existe un acto terrorista, así como un secuestro o sabotaje.

Ejemplo: Vuelo UA175 de United Airlines – B-767. El conocido ataque terrorista del 11-S contra las torres gemelas en Nueva York.

- Condiciones meteorológicas: El tiempo presente en el momento del accidente resulta fatal para el desarrollo del vuelo, bien sea por visibilidad nula, tormenta, fuertes ráfagas de viento...

Ejemplo: 18/01/2015, vuelo de la “Syrian Arab Air Force” – Antonov An-26 (Bimotor Turbohélice). Las condiciones de vuelo nocturno y niebla conllevan que, al estar volando la aeronave a baja altitud, esta colisione contra cables de alta tensión.

- Fallo Técnico: Fallo de algún elemento de la aeronave que resulta crítico dado que no da la posibilidad de recuperar esta.

Ejemplo: Vuelo BA-2276 de British Airways – B777 (Bimotor Turbofan). Un fallo catastrófico en el motor izquierdo durante el despegue implica el abandono del despegue y tras evacuar a los pasajeros el fuego acaba destrozando tanto el ala izquierda como parte del fuselaje.

- Desconocido: No se conoce oficialmente la causa del accidente. Pese a que puedan existir teorías más o menos acertadas, si la causa no ha sido determinada en el informe oficial del accidente se considerará como desconocido.

Ejemplo: Vuelo 370 de Malaysia Airlines – B777 (Bimotor Turbofan). La aeronave desapareció y no se sabe lo que le ocurrió.

Pese a que existen numerosas teorías, como la posibilidad de un suicidio por parte del comandante⁵ o la posibilidad de que se originara un fuego⁶ en la aeronave y el humo proveniente de esta dejara inconscientes a los pilotos, al no haber sido estas probadas se considera como desconocida la causa del accidente.

- Otros: Cualquier categoría que no se corresponda con las anteriores.

Como se ha comentado previamente, estos se corresponden con la causa principal o definitivo del accidente, por lo que, si en un accidente fueron claves el factor humano y el clima, por ejemplo, el factor que resultara más decisivo como desencadenante del accidente será el que se tenga en cuenta.

A continuación, se presenta el desglose tanto de accidentes como de fallecimientos por tipo de fallo, dado que ciertas clases de accidentes, pese a resultar con mayor frecuencia, pueden no implicar un mayor número de muertes. Se analizarán los accidentes desde el 01/01/2013 hasta el 31/12/2017, para observar la tendencia los 5 últimos años.

Las causas serán las determinadas por el informe oficial del accidente, por lo que al necesitar estos de un plazo para la investigación que puede tomar en torno a 1 o 2 años para obtener un informe final, existirán accidentes que o bien, no estén catalogados correctamente o no hayan sido incluidos.

⁵ MH370 Mystery solved – Larry Vance

⁶ El B-777 ha presentado con anterioridad situaciones de fuego en el tren de aterrizaje. Si el fuego se origina en este existe un conducto que lleva a la cabina de los pilotos.

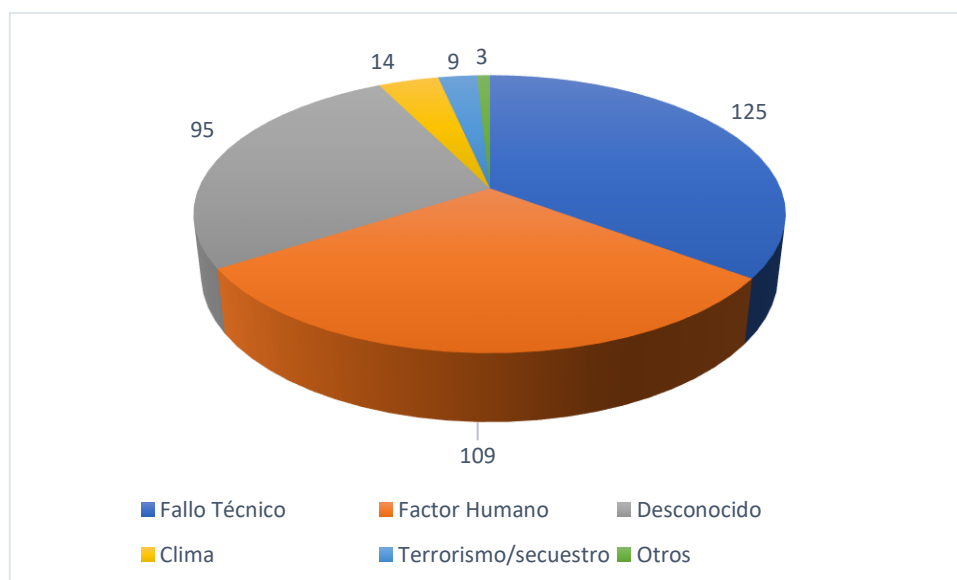


Ilustración 7. Número de accidentes

Es posible observar, a primera vista, que los principales causantes de accidentes aéreos son tanto fallos técnicos como el factor humano. El gran porcentaje de accidentes causados por motivos desconocidos se debe, como se ha comentado previamente, a que la investigación conlleva un tiempo para esclarecer los causantes, por lo que, debido al rango temporal escogido, existen numerosos accidentes pendientes de catalogar.

Si reducimos el intervalo temporal hasta el 31/12/2016, obteniendo un margen considerable para que las investigaciones hayan sido concluidas, el número de accidentes debidos a origen desconocido se reduce de 95 a 71.

Resulta curioso que, de los 71 accidentes restantes, 68 se dieron en 2013, es decir, un 95.7%, lo que supone una clara anomalía, y dentro de todos estos accidentes, la mayoría se corresponden con aeronaves pequeñas, generalmente vuelos particulares o de corta duración, estrelladas en zonas poco pobladas y con poca o nula comunicación por radio, por lo que es posible que no resulte altamente útil la inversión en el esclarecimiento de las causas de dichos accidentes.

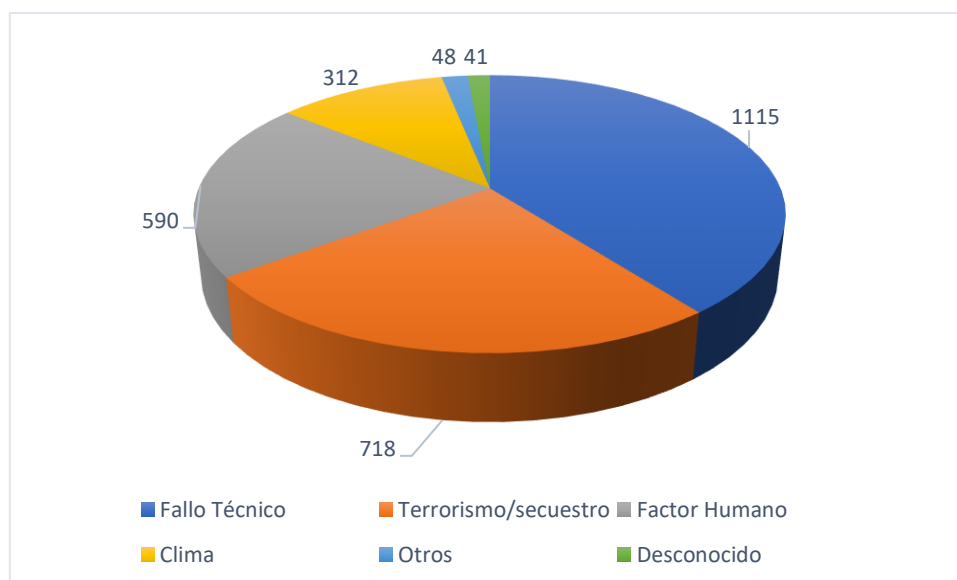


Ilustración 8. Número de muertes

Si prestamos atención al número de muertes, las víctimas debidas a terrorismo o secuestro son considerables, en contraposición al pequeño número de accidentes registrados debido a estas causas, obviamente debido al carácter altamente destructivo de este tipo de acciones.

El gran número de víctimas correspondientes a razones desconocidas, en parte corresponden al desconocimiento de ciertos grandes accidentes cuyas razones no han podido ser determinadas, como podrían ser los 239 fallecidos en el accidente de Malasia.

Dicho esto, claramente gran parte de los fallecidos en accidentes de aviación, son debidos a factores humanos. Existe también una contribución considerable por parte de fallos técnicos, posiblemente debido al elevado número de casos relacionados con estos.

Tras este análisis resulta evidente que, tanto los factores humanos como los fallos técnicos, suponen los factores clave de mejora en cuanto a la seguridad en aviación respecta, ya que desgraciadamente los actos terroristas suponen acciones aisladas y difícilmente previsibles y muy complicados de evitar, y resulta prácticamente imposible aumentar la seguridad respecto a los accidentes debidos a razones desconocidas.

2.1.2 Clasificación ICAO-IATA

Los *Safety Reports* emitidos anualmente por ICAO, suponen una herramienta de gran utilidad para analizar la tendencia de los accidentes en los últimos años. Ya que estos se publican a final de año y, para tratar de obtener estadísticas lo más precisas posibles, es decir, informes oficiales cerrados y causas completamente esclarecidas, no se incluyen accidentes del año en el que se publica.

Por tanto, al ser el último report emitido en 2017, las tendencias históricas abarcarán los 5 años previos a este (2012-2016) y las estadísticas en las que no se divida por años, corresponderán al año 2016.

Cabe destacar también que los datos incluidos en dicho informe provienen de los estudios realizados por cada uno de los países donde se ha producido el accidente y que posteriormente han facilitado los datos de estos accidentes a ICAO.

Entre dichos datos se recogen tanto operaciones comerciales regulares como no-regulares, incluyendo *ferry flights* para aeronaves con un MTOW superior a los 5700 kg.

Además, a partir de 2014, la tasa de accidentes comenzó a dividirse entre accidentes en los que no se produjeron daños a personas o estos fueron leves y accidentes donde se produjeron daños serios o muertes de pasajeros.

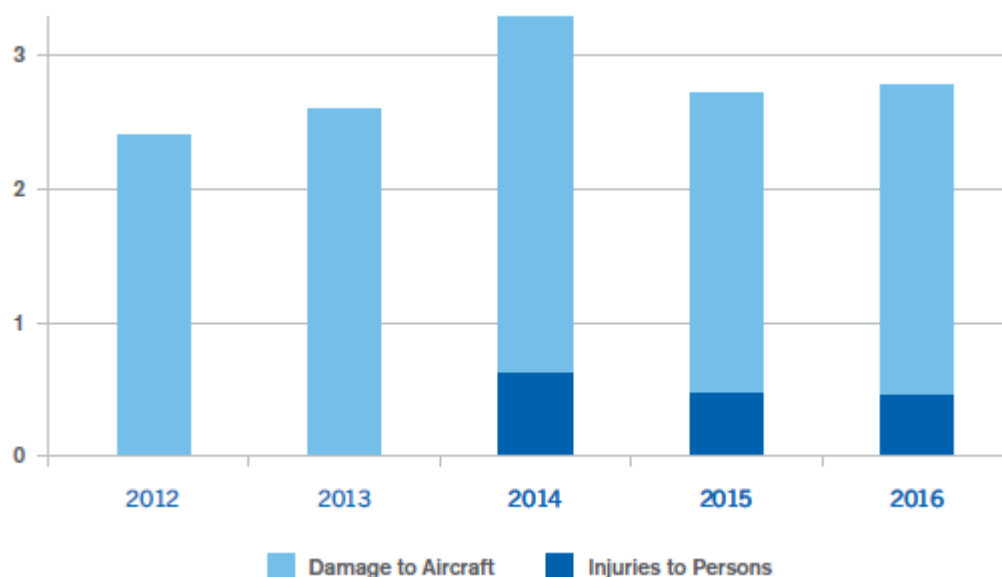


Ilustración 9. Accidentes por millón de vuelos (Hasta 2014 no se distinguía si existía daño a personas)

Para promover la seguridad en la aviación, el departamento de transportes de Estados Unidos, la comisión de la Unión Europea, IATA e ICAO acordaron en 2010 un entendimiento sobre la seguridad aérea, recogido en el *Global Safety Information Exchange* (GSIE), de modo que este permitiera identificar información que fuera útil para que todas las partes la compartieran de modo que se redujeran los riesgos en las actividades relacionadas con la aviación.

En 2011 y con la cooperación entre IATA e ICAO, la GSIE desarrolló una serie de criterios en cuanto accidentes de forma que estos fueran compartidos por las diferentes agencias, así como definiciones de accidentes⁷...

Este desarrollo llevó al establecimiento de una serie de categorías principales para clasificar los accidentes aéreos, conocidas como *GSIE Harmonized Accident Categories*:

- **Controlled Flight into Terrain (CFIT):** Incluye todos los casos en los que la aeronave se pilota hacia tierra de forma controlada, independientemente del mayor o menor conocimiento de la situación real por parte de la tripulación. No incluye *undershoots*, *overshoots* o colisiones con obstáculos en despegue o aterrizaje, estos se consideran en RS.

⁷ Todo esto se encuentra recogido en el Anexo 13 de ICAO

Ejemplo: Vuelo GE222 de TransAsia – ATR-72 (Bimotor Turbohélice). La tripulación se encontraba volando en IFR en una maniobra de aproximación por debajo de la MDA, sin visión de la pista y sus alrededores (lo que va contra los procedimientos), dicha maniobra finalizó con la aeronave estrellándose a 850 metros del umbral de la pista impactando en una zona residencial.

- Ground Safety (GS): Incluye incidentes en rampa o desnivel, colisiones en tierra, todos los servicios en tierra, situaciones pre-vuelo, incidentes al arrancar el motor, salidas y llegadas, así como situaciones de *taxi* y *towing*.

Ejemplo: Vuelo EI-3727 de Aer Lingus – ATR-72 (Bimotor Turbohélice). Tras un vuelo sin incidentes y un aterrizaje seguro, con el avión aparcado, al desembarcar un pasajero se cayó por las escaleras y sufrió daños.

- Loss of Control in-Flight (LOC-I): Pérdida de control en vuelo que no es recuperable.

Ejemplo: Vuelo S2-AGZ21 de True Aviation – AN-26B (Bimotor Turbohélice). Tras el despegue se produce un fallo en uno de los motores y el piloto decide volver al aeropuerto, al hacerlo y no poder alinearse con la pista el capitán decide realizar un *go-around* y volver a intentarlo, pero pierde el control del avión y se hunde en el mar, cerca de la costa.

- Injuries to and/or Incapacitation of Persons (MED): Incluye todas las lesiones, daños o incapacitaciones sufridas por cualquier persona en contacto directo con cualquier parte de la estructura de la aeronave. Incluye daños relacionados con turbulencia, incidentes con personal en tierra en contacto con la estructura/elementos de control... así como lesiones/incapacitaciones/muertes a bordo no relacionadas con interferencias ilegales externas.

Ejemplo: Vuelo EK806 de Emirates – A380 (Cuatrimotor Turbofan). 20 minutos antes del aterrizaje, la tripulación se encontraba asegurando la cabina según SOP; los pasajeros debían tener el cinturón abrochado dado que la aeronave comenzó a descender desde el FL300, mientras la tripulación se encontraba haciendo esto, la aeronave entró en una zona de turbulencia localizada durante 3-4 segundos, experimentando un aumento en los G's, al comprobar el estado de la tripulación tras esto, se encontraron diversos miembros de la tripulación con daños leves y uno de ellos había sufrido una fractura considerable en el tobillo derecho.

- Operational Damage (OD): Daños sufridos por la aeronave mientras opera bajo su propia potencia, esto incluye daño en vuelo, escombros de objetos no relacionados con la aeronave (FOD) y fallos tanto de sistemas como de componentes.

Ejemplo: Vuelo 661 de Pakistan International Airlines – ATR-42 (Bimotor Turbohélice). Durante el vuelo la tripulación comunicó por radio que tenían un fallo de motor y que estaban descendiendo, un minuto después una llamada de Mayday fue recibida, este fue el último contacto con la aeronave.

- Runway Safety (RS): Incluye salidas de pista e incursiones en ella, *undershoot*, *overshoot*, golpes con la cola del avión y aterrizajes forzosos.

Ejemplo: Vuelo 521 de Emirates – B777 (Bimotor Turbofan). Tras una maniobra de *go-around*, el vuelo debía ascender a 4000 pies, pero de repente la aeronave perdió altitud y tuvo un fuerte impacto con la pista, dicho impacto hizo que el motor derecho fuera arrancado y la aeronave perdió completamente el control direccional.

- Unknown (UNK): Situaciones cuya causa no ha podido esclarecerse con total seguridad.

Al igual que en la clasificación previa, el accidente de Malasia podría ser incluido en esta categoría.

- Other (OTH): Cualquier evento que no corresponda a ninguna de las previas categorías.

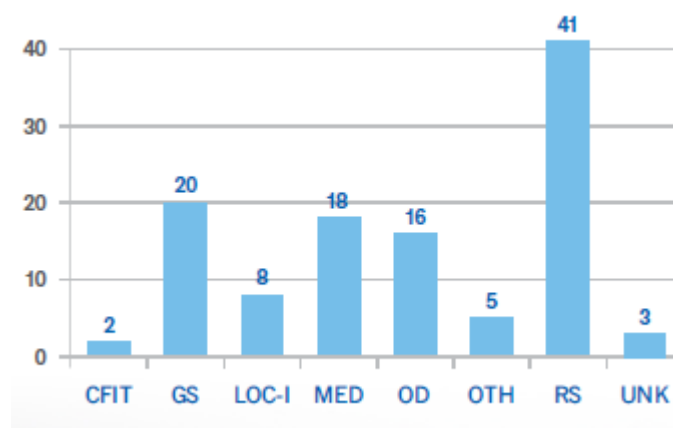


Ilustración 10. Clasificación de accidentes (2016)

Es posible apreciar que la mayoría de los accidentes se deben a seguridad en pista y en tierra (que en la clasificación ICAO para aviación comercial se agrupan en *Runway Safety*), a daño operacional y a lesiones o incapacitaciones. Si realizamos un paralelismo con las [categorías ICAO para aviación comercial](#)⁸, estas categorías de mayor riesgo se corresponden con: *Runway Safety*, *System Component Failure* y *Turbulence*, que como se observará a continuación, son las principales causas de los accidentes en la aviación comercial. Por tanto, ambos tipos de aviación, como era de esperar, presentan tendencias

⁸ Figura 5

similares. Sin embargo, como también se verá a continuación, pese a corresponder con la mayoría de los accidentes, los accidentes fatales suelen ser originados por las causas menos habituales.

2.2 REGIÓN RASG

ICAO, aparte de dividir los accidentes por principales causantes, también ofrece la distribución de accidentes respecto a diversas zonas geográficas⁹ para ver si existe una determinada tendencia dependiendo de la zona geográfica o posiblemente de las regulaciones existentes en cada una de estas regiones, dado que cada país tiene sus criterios de certificación, aeronavegabilidad...etc.

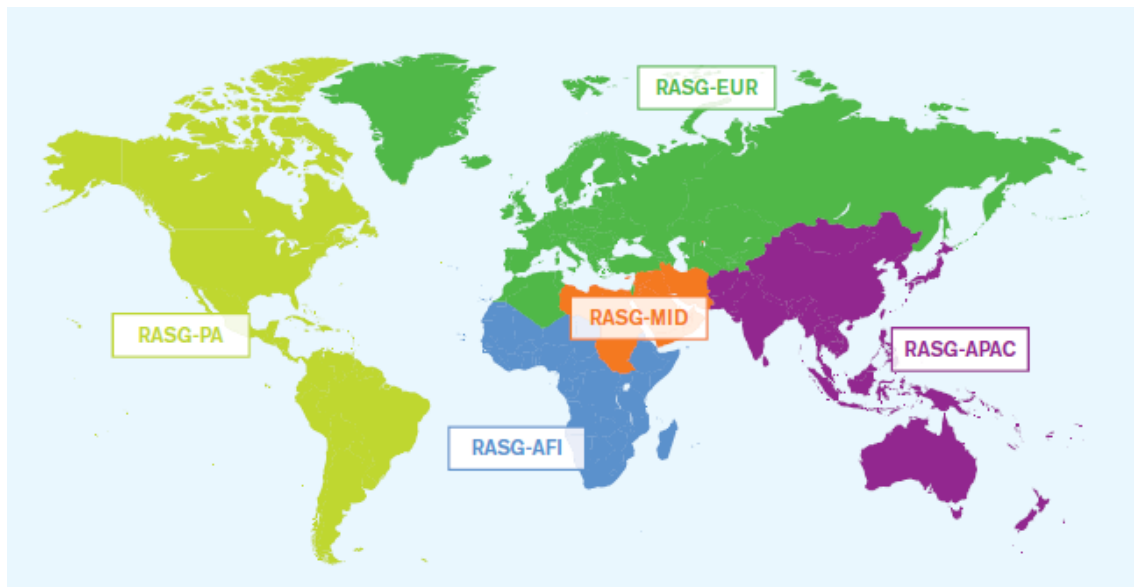


Ilustración 11.. Distribución regiones ICAO

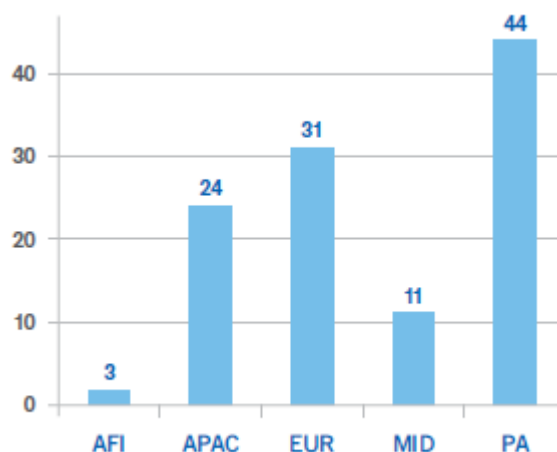


Ilustración 12.Número de accidentes por región (2016)

Pese a que los datos totales, puedan darnos una ligera idea de lo que ocurre dependiendo de la región, para comparar unas con otras debemos tener en cuenta el número de vuelos

⁹ Se incluye en el Anexo I la lista completa de países correspondientes a cada región delimitada por ICAO

efectuados en cada una de estas regiones, ya que 3 accidentes en la región “AFI”, pueden suponer un índice de accidentes mayor que 44 en la región “PA”.

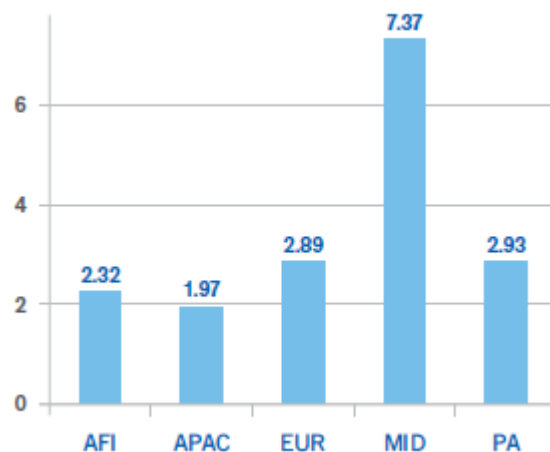


Ilustración 13. Accidentes por millón de despegues por región (2016)

De hecho, como se ha comentado, el índice de accidentes nos da una imagen completamente distinta a lo que podría parecer si únicamente se observan los accidentes totales. Se observa una tendencia entre las distintas regiones que establece un rango de 2-3 accidentes por cada millón de despegues si excluimos la región “MID”, que presenta un índice considerablemente elevado, aunque esta anomalía probablemente sea debida a la alta militarización de la zona y por tanto el consecuente incremento de las aeronaves accidentadas.

Si atendemos a las regiones “PA” (en la que se incluye Estados Unidos), “APAC” (en la que se incluye China) y “EUR” (que supone Europa, Rusia y diversos países adicionales), que suponen el mayor número de desplazamientos, el índice de accidentes por millón de vuelos es bastante similar, siendo “APAC” la más fiable de las tres, al menos durante el año de estudio.

3 AVIACIÓN COMERCIAL REGULAR

Tras analizar la aviación general, se prestará ahora especial atención a la aviación comercial regular, ya que es esta la que mayor interés genera a un potencial viajero.

Son numerosos los estudios realizados por diversas entidades entorno a este tipo de actuaciones, por lo que estos servirán como base para obtener una idea principal de los causantes y las condiciones en las que se producen este tipo de accidentes.

Si atendemos a la tendencia temporal de los accidentes, observamos ligeras diferencias respecto a la aviación general. En este caso, se aprecia una tasa de accidentes anual que ronda los 3 accidentes por millón de desplazamientos, siendo 2016 un año especialmente seguro en comparación, dado que este número se redujo a 2.1 accidentes por millón de desplazamientos. Pero para considerar esto como un cambio en la tendencia y no como un caso puntual, habrá que analizar los años venideros para ver si este valor se mantiene y por tanto se confirma un cambio considerable en la seguridad en vuelo.

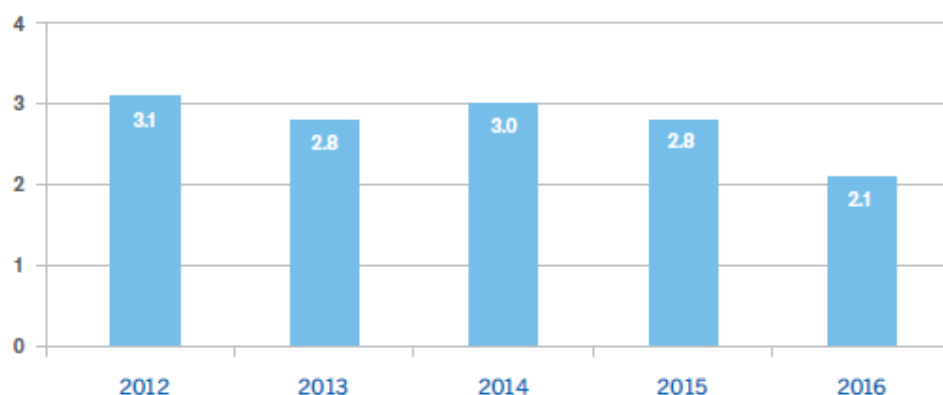


Ilustración 14. Accidentes por millón de vuelos

Si analizamos datos totales, obtenemos las mismas conclusiones que atendiendo a la información por millón de vuelos. El número de accidentes fatales ha decrecido respecto a 2012, así como el número de accidentes totales.

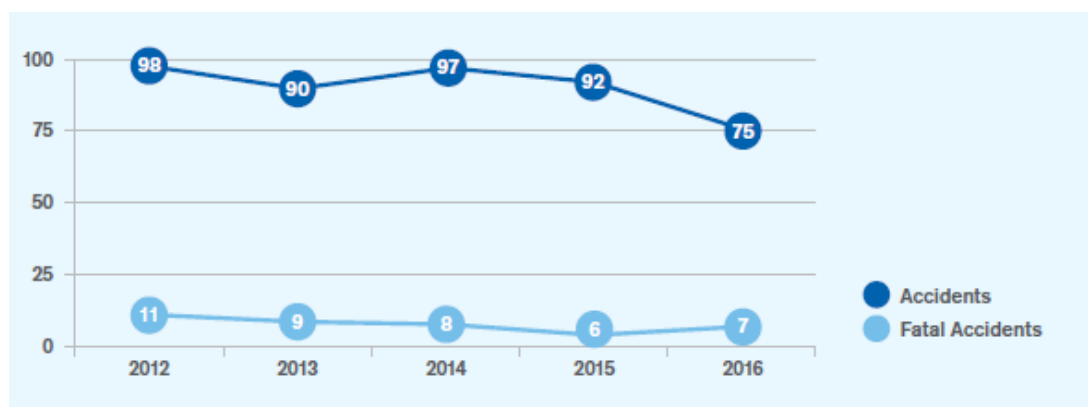


Ilustración 15. Tendencia desde 2012 hasta 2016 de accidentes y accidentes fatales

3.1 FASE DE VUELO

Vista la evolución temporal de los accidentes, es interesante saber cuáles son las fases de vuelo críticas y por tanto en las que se debe prestar más atención.

Las fases más peligrosas del vuelo son tanto el despegue como el aterrizaje, hecho que a priori resulta bastante intuitivo. La fase de crucero, pese a suponer mucho más de la mitad del tiempo de vuelo, presenta un índice de accidentes mucho menor, probablemente debido a la actuación en dicha fase del piloto automático y a que no se producen maniobras complicadas ni, por lo general, situaciones extremas o de complejidad elevada.

Resulta curioso que el 12% de los accidentes fatales se produjeran sin haber comenzado el vuelo. Esto es probablemente debido a la menor regulación que existía en los primeros años en los que la aviación comercial comenzó a impulsarse respecto al personal en pista, aeropuertos...

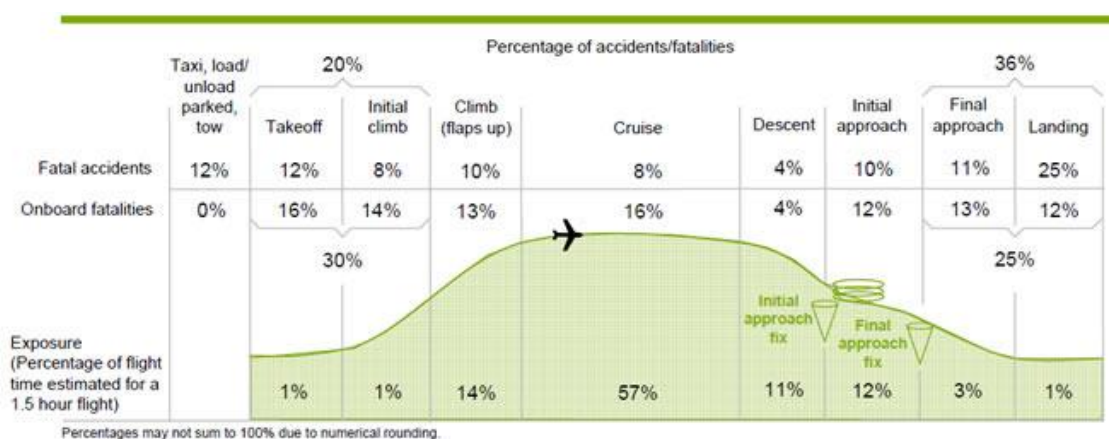


Ilustración 16. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, 1959 - 2008, Boeing

3.2 REGIÓN RASG

Tras analizar la evolución temporal del número de accidentes y que fases de vuelo son más propensas a presentar accidentes, se prestará atención a las diferentes regiones RASG establecidas por ICAO.

El principal objetivo de este análisis es observar si, debido a la flexibilidad que se ofrece a los diferentes países para emitir certificados de aeronavegabilidad, flexibilidad en el mantenimiento...etc. Existen ciertas regiones más propensas a que se produzca un accidente o si la posibilidad de que dicho accidente resulte en alguna muerte.

RASG	Estimated Departures (millions)	Number of Accidents	Accident Rate (per million departures)	Fatal Accidents	Fatalities
AFI	0.9	1	1.2	1	1
APAC	10.7	19	1.8	2	50
EUR	8.7	24	2.8	2	64
MID	1.3	3	2.3	2	67
PA	13.3	28	2.1	0	0
WORLD	34.9	75	2.1	7	182

Ilustración 17. Distribución accidentes por regiones 2016

Igual que ocurría con la aviación comercial, en 2016 las regiones que más accidentes presentaron fueron “APAC”, “EUR” Y “PA”, que como es apreciable, también supusieron la mayoría de los vuelos, por lo que, dada esta diferencia entre vuelos entre las diferentes regiones, para compararlas se prestará atención al ratio de accidentes por millón de salidas, que permite de algún modo comparar regiones con tanta diferencia entre ellas.

Para obtener una visión más amplia, y dado que analizar los datos de un único año puede dar lugar a conclusiones equivocadas, ya que un cierto año debido a condiciones naturales (como podría ser la erupción del volcán Eyjafjallajökull en Islandia en 2010) o un conflicto bélico en un país dado, puede aportar una idea errónea sobre la tendencia general, se estudiará la evolución de estos datos desde 2013, que es cuando ICAO comenzó esta división por regiones.

3.2.1 Ratio de accidentes

Se comenzará por analizar la evolución del ratio de accidentes, que ofrece la visión más general.

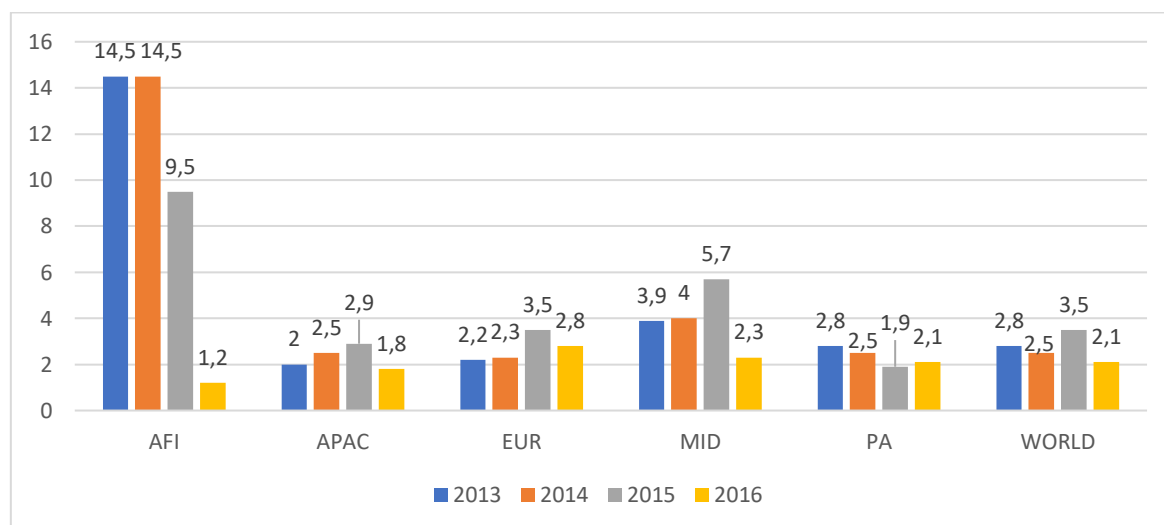


Ilustración 18. Accidentes por millón de salidas por región y año

Pese a que el rango temporal no permite extraer conclusiones muy seguras, la mayoría de regiones presentan una tendencia similar, el ratio de accidentes oscila en torno a un cierto valor, que es bastante similar en las tres regiones que más tráfico presentan y por tanto se asemejan bastante a la media global.

Las dos regiones con menos tráfico ofrecen tendencias diferentes. “AFI” parece ofrecer una tendencia descendente, aunque para ver si esto se confirma hace falta un rango temporal mayor, puesto que debido al bajo tráfico que presenta esta región, resulta más sencillo que el ratio de accidentes varíe mucho respecto de diferentes años. Por otra parte, “MID” presenta una tendencia similar a las regiones con mayor tráfico, sin embargo, el ratio de accidentes es considerablemente más elevado.

Cabe destacar 2015 como un año especialmente accidentado, en el que la mayoría de regiones sufrieron un aumento considerable del número de accidentes.

Por otra parte, 2016 resultó un año especialmente seguro, por lo que 2017 será un año de gran importancia a la hora de estimar que tendencias siguen las diferentes regiones.

3.2.2 Accidentes fatales

Tras establecer el número de accidentes, hay otro aspecto que resulta de gran importancia. De todo este número de accidentes, ¿Cuántos desembocaron en algún fallecimiento? Puesto que, pese al impacto económico que puede conllevar un accidente sin muertos ni heridos de gravedad, el principal objetivo de mejorar la seguridad en la aviación es evitar daños a personas. Por ello se analizará, del número de accidentes ocurridos en cada región, que parte de ellos supusieron alguna defunción.

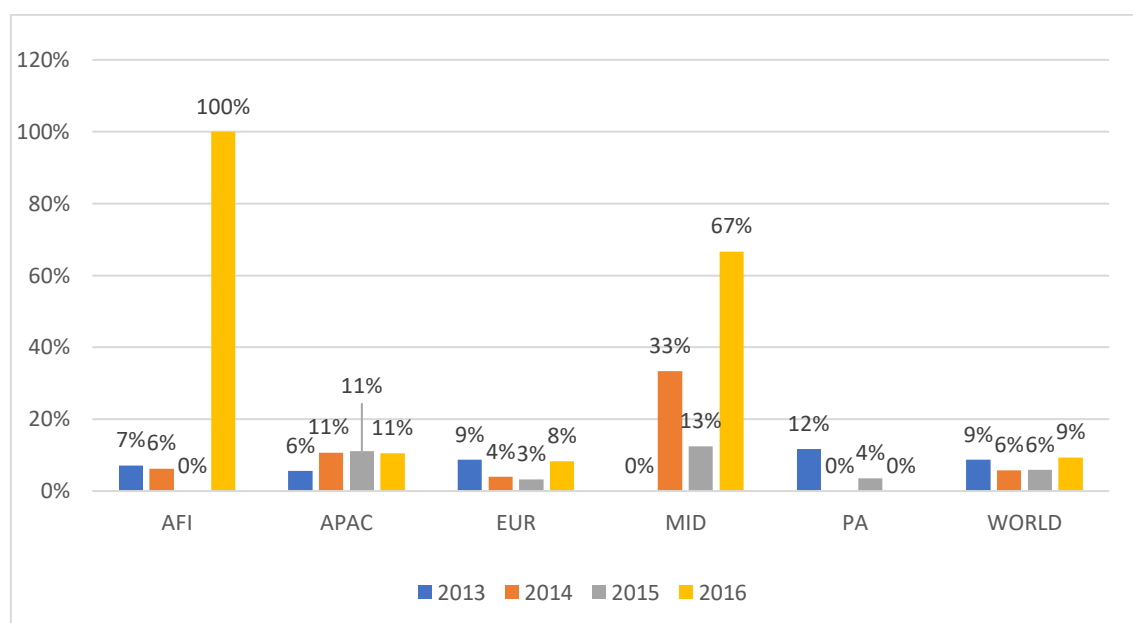


Ilustración 19.. Porcentaje de Accidentes fatales por RASG y año

Afortunadamente, del número de accidentes que se producen anualmente, únicamente una pequeña parte de ellos se traduce en algún fallecimiento. Las regiones con mayor tráfico de pasajeros (y por tanto probablemente con mayores restricciones y mayor seguridad) presentan cifras bastante similares, y todas ellas índices pequeños de accidentes fatales respecto a los accidentes totales.

Resulta llamativa la región “PA”, que presenta dos años sin ningún accidente fatal, hecho que se repitió en 2017.¹⁰

Por otra parte, “AFI” presenta un índice similar a estas regiones en 2013, 2014 y 2015, en estos años el número de accidentes fue considerablemente mayor a 2016. Sin embargo, al únicamente producirse 1 accidente en 2016 y resultar este fatal, el ratio de accidentes presenta una anomalía.

¹⁰ <https://www.reuters.com/article/us-aviation-safety/2017-safest-year-on-record-for-commercial-passenger-air-travel-groups-idUSKBN1EQ17L>

De los accidentes acontecidos en “MID”, un gran porcentaje resultó ser fatal, sin embargo, como ocurría en 2016 con “AFI”, el número total de accidentes no era muy elevado, 3 accidentes en 2016, de los cuales 2 fueron fatales y 6 en 2014, de los cuales 2 fueron fatales.

Para apreciar estos datos en un contexto más general, se ofrece tanto la contribución de cada región al número total de accidentes, como el ratio de accidentes fatales por millón de vuelos.

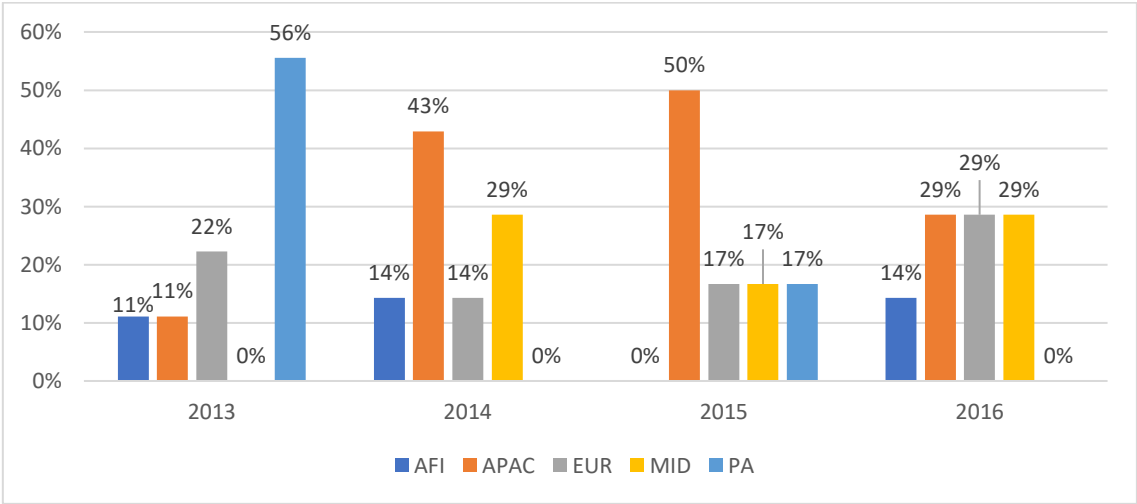


Ilustración 20. Porcentaje de accidentes fatales por RASG respecto al global

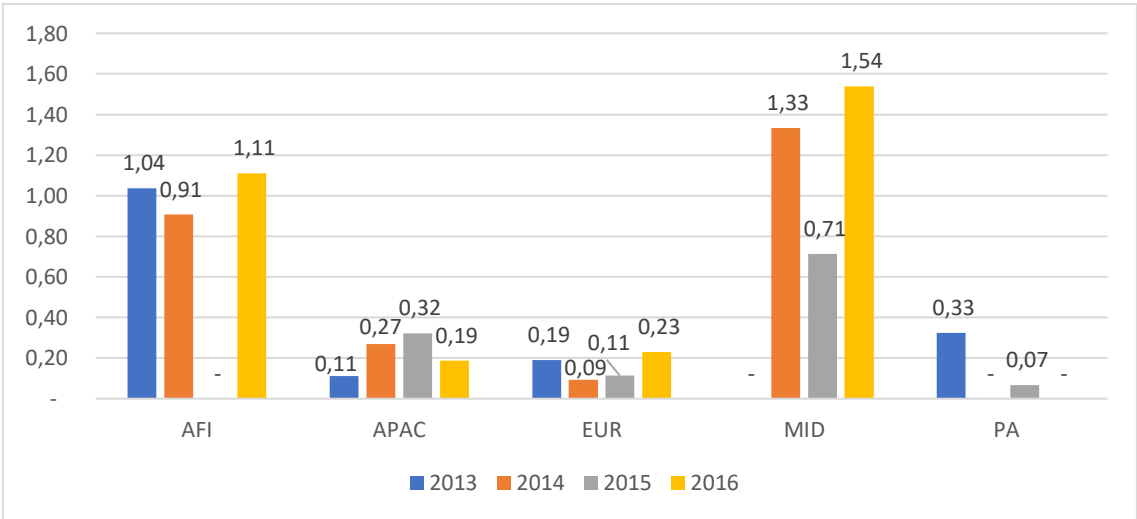


Ilustración 21. Ratio de accidentes fatales por millón de vuelos

Para tener una visión completa de estos datos, se estudiará también el número de muertos, dado que un accidente se considera fatal sea cual sea el número de fallecidos en él, independientemente de que sea 1 o sean 100.

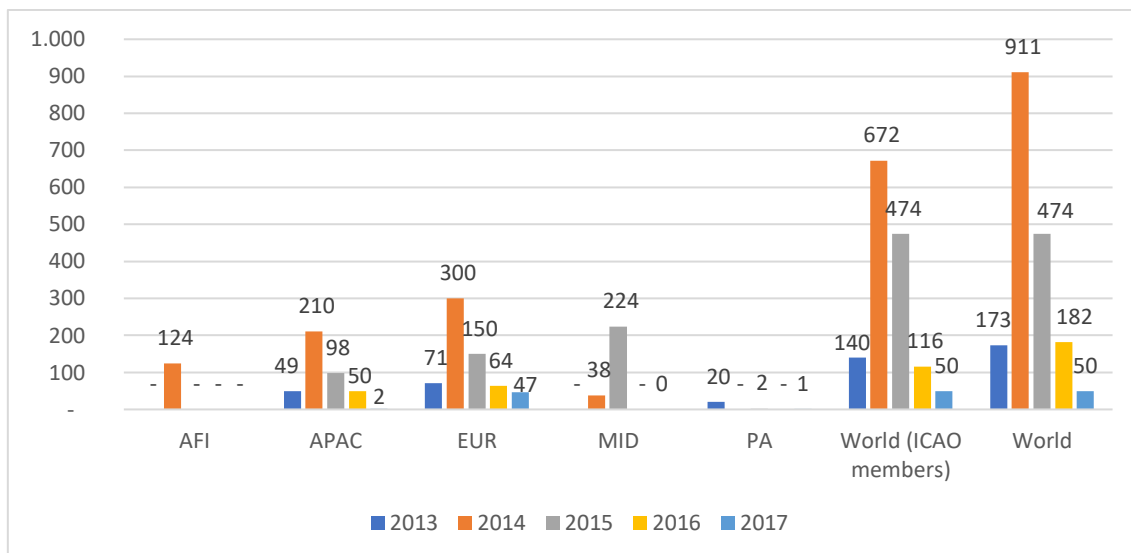


Ilustración 22. Número de muertes por región y año

Si atendemos al número de muertes por año, existe una clara tendencia apreciable en casi todas las regiones, 2014 resultó un año trágico, pero a partir de dicho año, el número de fallecidos en vuelos comerciales se ha ido reduciendo anualmente, siendo 2017 un año especialmente seguro.

Merece una especial mención 2015, puesto que, pese a que un gran número de personas fallecieron dicho año esta cifra se ve marcada por los 150 muertos del accidente provocado de GermanWings en Europa y los 224 del accidente en Egipto, cuyas razones son desconocidas, por lo que en cuanto a accidentes que podrían haber sido prevenidos el número de muertos es considerablemente menor.

El año 2014 resultó un punto de inflexión en la tendencia de los accidentes aéreos, así como un año desastroso en cuanto a la seguridad en la aviación comercial se refiere, presentó una gran diferencia entre el número de los fallecidos entre los estados miembros de ICAO y los estados no miembros, hecho que resulta llamativo dado que la mayoría de los países con un volumen de tráfico aéreo considerable son miembros.

Atendiendo a las regiones, resulta especialmente llamativa la región “PA”, ya que presenta el mayor volumen de tráfico aéreo y sin embargo el número de muertes anuales es realmente pequeño.

Por otra parte, tanto “EUR” como “APAC”, pese a que presentan un número elevado de defunciones, estas se ven marcadas por accidentes puntuales y aislados, igual que “MID” en 2015 y “AFI” en 2014.

3.3 TIPO DE ACCIDENTE – CLASIFICACIÓN ICAO

Uno de los análisis que resulta, sin lugar a dudas, fundamental en la prevención de futuros accidentes, es el estudio de las causas que han propiciado los accidentes a analizar. Para ello se empleará el [código unificado ICAO-IATA](#), que ofrece categorías claramente diferenciadas y estandarizadas.

Igual que en el análisis realizado para aviación general, las causas de cada accidente corresponderán únicamente a la causa final, y esta será la determinada por el informe final del accidente, para evitar juicios de valor o un análisis basado en meras opiniones. De forma que, por ejemplo, si la causa principal de un accidente parece muy claramente indicar una cosa, pero no se dispone de pruebas suficientes para determinarla, dicho accidente se deberá a una causa desconocida.

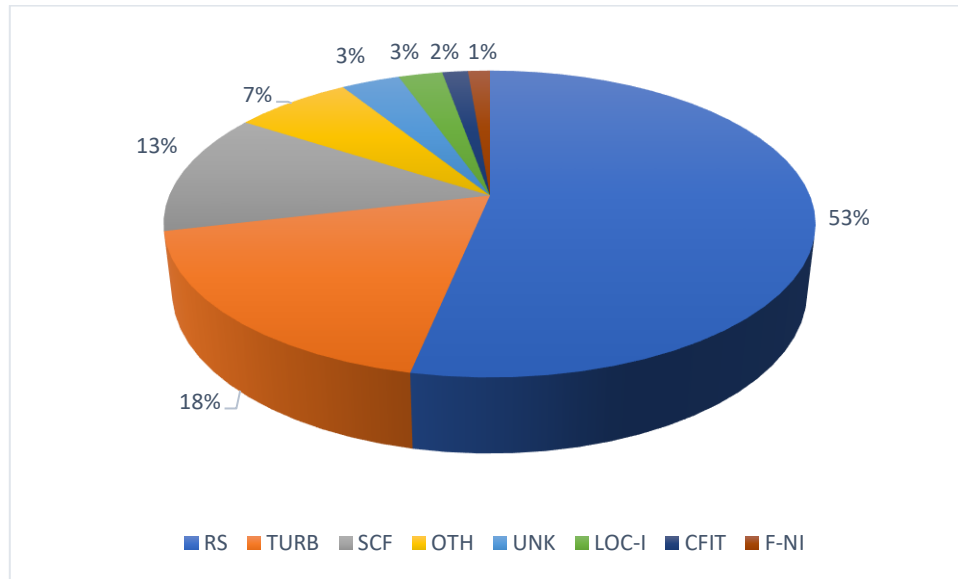


Ilustración 23. Porcentaje de accidentes debido a cada causa

A la vista de los datos, aproximadamente el 75% de los accidentes se debe principalmente a 3 razones: Seguridad en pista, turbulencias y fallo de componente, siendo claramente la seguridad en pista (53%) el mayor motivo de los accidentes sufridos por vuelos comerciales.

Sin embargo, el objetivo principal de este estudio es aumentar la seguridad de las aeronaves, por lo que, aunque las causas de los accidentes resulten de gran interés para tratar de reducir el número de accidentes, habrá que prestar especial atención a cuantos de dichos accidentes resultaron fatales.

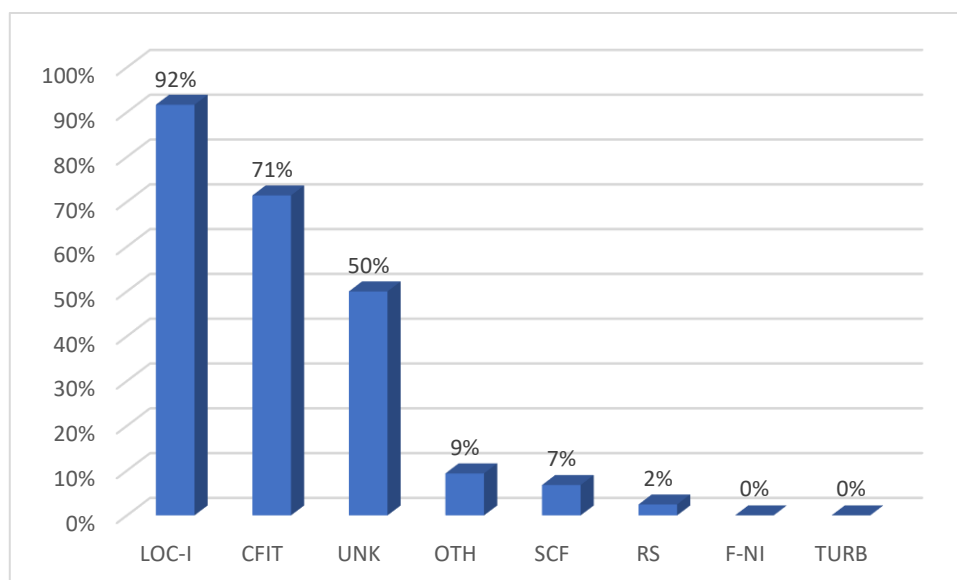


Ilustración 24. Porcentaje de accidentes con al menos 1 fallecido respecto al total de cada causa

Resulta evidente el cambio de tendencia que esto implica. Tres de las causas que en principio parecían menos importantes, pérdida de control en vuelo (3% del total de accidentes), vuelo controlado contra tierra (2%) y motivo desconocido (3%), requerirán de una especial atención, ya que más de la mitad de dichos accidentes implican algún fallecido, llegando a ocurrir en un 92% de los accidentes debidos a pérdida de control en vuelo.

Para ofrecer una mayor profundidad, se analizará el número de fallecidos debido a cada causa, puesto que es probable que un 5% de accidentes con al menos 1 fallecido debido a cierto motivo, que hayan resultado catastróficos, se traduzca en un número mayor de fallecimientos que un 50% de accidentes menores con al menos 1 fallecido.

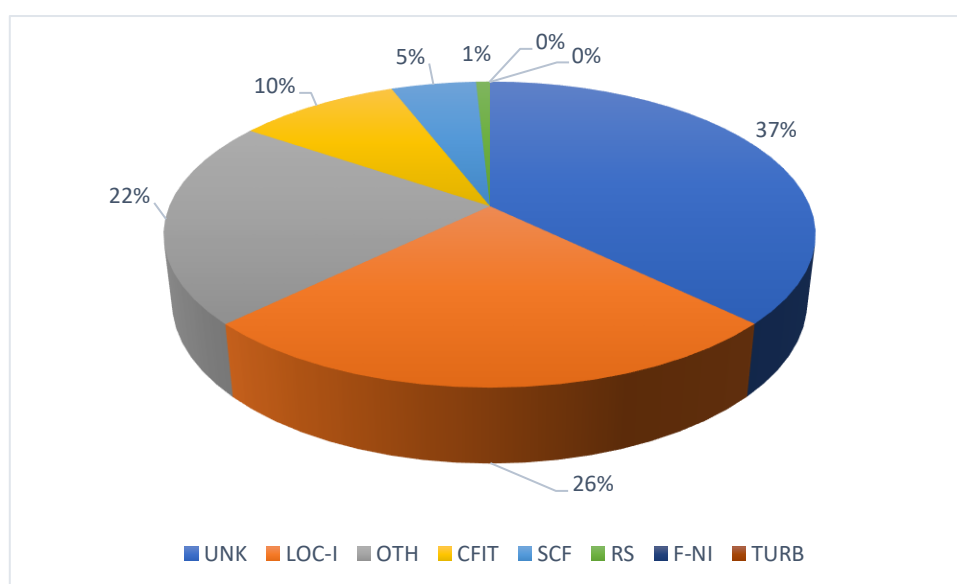


Ilustración 25. Porcentaje de fallecidos debido a las principales causas

Previamente al análisis, se realizarán dos consideraciones:

- Los difuntos debidos a razones desconocidas se ven influenciados por tres accidentes mayores, como son el del vuelo desaparecido en Malasia en 2014, el vuelo de Nigeria en 2013 que perdió potencia en ambos motores y el vuelo 9268 de Metrojet en Egipto en 2015, cuyo accidente se atribuyó el ISIS ¹¹ pero posteriormente se confirmó que no era así y no se llegaron a descubrir las causas. Además, desafortunadamente al no disponer datos de los motivos de dichos accidentes, resulta más complicado corregir futuros errores, y en lo que se traducen dichos accidentes es en un intento de mejora de las labores de recuperación y búsqueda.
- Los debidos a otras razones, vienen también marcados por dos accidentes catastróficos, el conocido accidente de GermanWings en 2015 y el B-777 derribado en Ucrania durante un conflicto bélico en 2014 (estos dos accidentes suponen 448 de los 449 fallecidos debidos a otras razones) y corresponden a hechos aislados y difícilmente predecibles y prevenibles.

Por ello, y sin perder de vista que estos dos hechos corresponden al 60% de los fallecidos en vuelos comerciales, se prestará especial atención al resto de motivos, puesto que los riesgos de estos sí pueden ser reducidos.

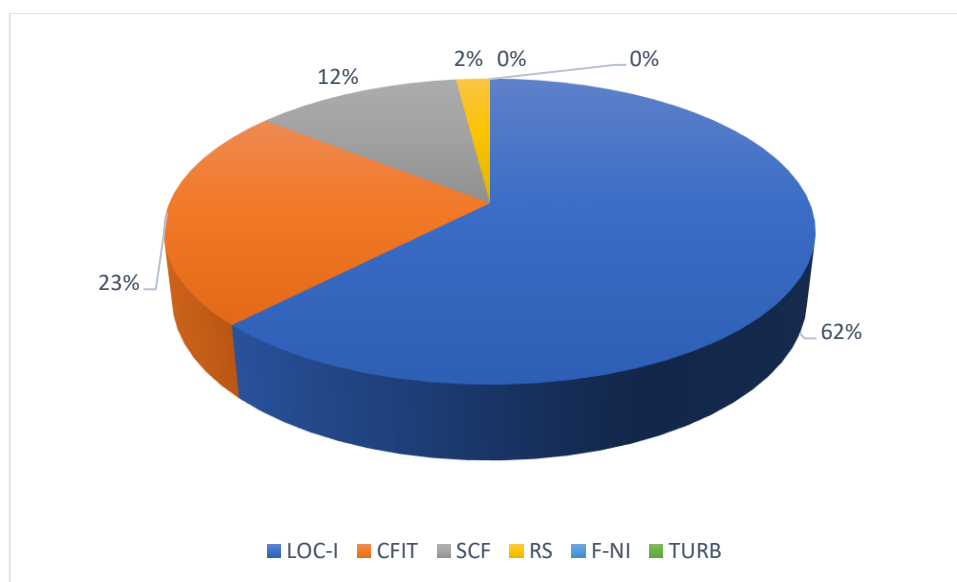


Ilustración 26. Porcentaje de fallecidos debido a las principales causas (No UNK ni OTH)

Con las consideraciones realizadas, el principal motivo de fallecimientos en vuelos comerciales es la pérdida de control en vuelo (62% y 26% del total de fallecidos), por lo que a continuación se estudiará esta con un nivel mayor de detalle.

Por otra parte, un número considerable de fallecidos (23% y 10% del total) se debe a vuelo controlado contra tierra, que suponía un gran porcentaje de accidentes fatales respecto al número de accidentes debido a ello.

Otro foco de atención son los fallos de componentes, que no únicamente implican los fallecidos directamente por el fallo de un componente (12% y 5% del total), sino que

¹¹ También conocido como Estado Islámico, fue designado como organización terrorista por la ONU

resultan un factor clave en muchos de los otros accidentes, hecho que se evidenciará más adelante y se recalca en numerosos informes de accidentes.

Debido a esto, la supervisión a diversas compañías y las licencias para realizar mantenimientos, la flexibilidad y permisividad con planes de mantenimiento arriesgados, etcétera continúa incrementándose para tratar de evitar el mayor número de fallos en componentes posibles, más allá de los fallos aleatorios imposibles de prever.

3.3.1 Tendencia en la corrección de factores de riesgo

Motivado por tendencias como las expuestas previamente, ICAO y diferentes entidades de importancia, reconocen tres factores de riesgo principales:

- *Runway Safety*
- *Loss of control in-flight*
- *Controlled flight into Terrain*

Por ello, la mayoría de las acciones de prevención orientadas a la reducción de accidentes y de defunciones derivadas de ellos, se centran en estos tres aspectos.

Estos esfuerzos, que van obteniendo sus resultados poco a poco, han supuesto la reducción en gran medida de los accidentes relacionados con seguridad en pista, manteniéndose esta tendencia positiva posteriormente a 2011, como se ha podido observar en los datos anteriormente presentados.

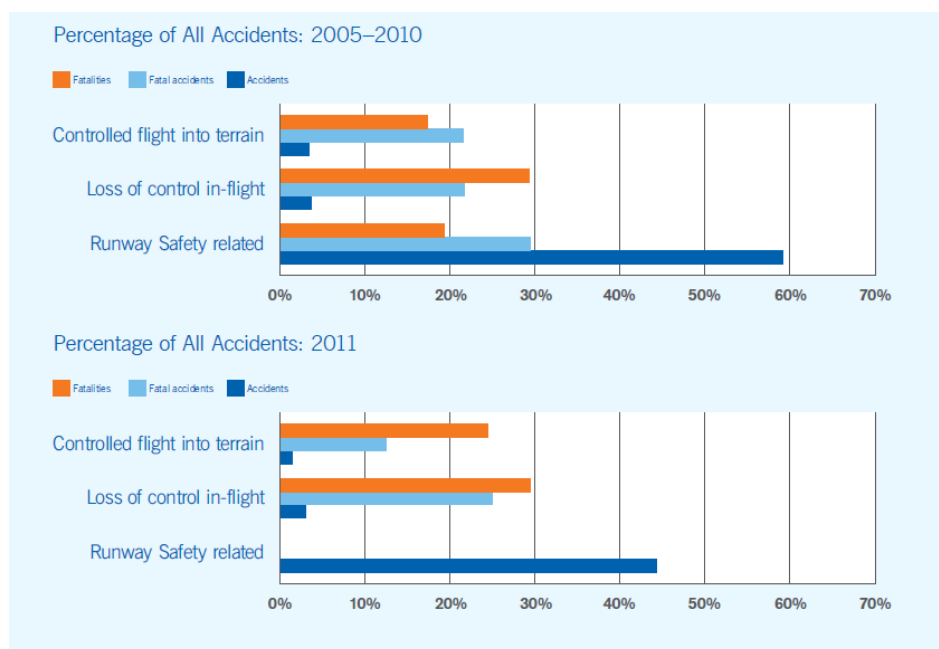


Ilustración 27. Comparativa ICAO factores de riesgo 2005-2010 y 2011

Por otra parte, los accidentes relacionados con vuelos controlados contra tierra se van reduciendo paulatinamente. De hecho, no se ha producido ninguna muerte relacionada con este hecho desde 2015¹².

¹² ICAO Safety Report 2017. Contempla accidentes hasta 31/12/2016

Por tanto, el principal foco de atención de la seguridad aérea recae ahora sobre la pérdida de control en vuelo, y por ello recibirá especial atención a continuación.

3.4 TENDENCIAS 2017

A la espera de datos oficiales emitidos en los *Safety Report* de ICAO y los informes finales de los accidentes acaecidos durante 2017, se pueden emplear los datos de muertes y número de accidentes para analizar si las tendencias que se venían dando hasta 2016 se siguen cumpliendo en 2016.

	AFI	APAC	EUR
Accidentes 2017	6	20	11
Accidentes fatales 2017	0	1	3
Muertes 2017	0	2	47
Media 2013-2016 accidentes	9,75	23	25,75
Media 2013-2016 muertes	31	102	146
Variación Respecto a la media accidentes	-63%	-15%	-134%
Variación Respecto a la media muertes	-31	-99,75	-99,25
Variación Respecto a 2016 accidentes	83%	5%	-118%
Variación Respecto a 2016 muertes	0	-48	-17

Tabla 1.Comparativa evolución con 2017 (Parte 1)

	MID	PA	WORLD
Accidentes 2017	2	47	87
Accidentes fatales 2017	0	1	5
Muertes 2017	0	1	50
Media 2013-2016 accidentes	5,5	36,25	100,25
Media 2013-2016 muertes	66	6	351
Variación Respecto a la media accidentes	-175%	23%	-15%
Variación Respecto a la media muertes	-65,5	-4,5	-300,5
Variación Respecto a 2016 accidentes	-50%	40%	14%
Variación Respecto a 2016 muertes	0	1,00	-66

Tabla 2.Comparativa evolución con 2017 (Parte 2)

A la vista de los datos emitidos hasta ahora, es posible apreciar a nivel global una tendencia a lo largo de los años hacia el incremento en la seguridad de la aviación, tanto respecto al número de accidentes como respecto al número de muertes ocasionadas por estos.

Pese a que en 2017 el número de accidentes ha aumentado respecto a 2016, el número de fallecimientos debido a estos se ha reducido considerablemente, lo que lleva a pensar que las medidas adoptadas para aumentar la seguridad aérea están dando sus frutos.

Por segundo año consecutivo no se ha sufrido ninguna muerte ni en la región “MID” ni en “AFI”, y “PA” después de presentar un año sin fallecimientos, únicamente ha presentado 1. Tanto “EUR” como “APAC”, que eran las regiones con más número de defunciones han reducido sus cifras considerablemente.

Con ello es posible estimar que las tendencias hacia la reducción de fallecimientos continúan desarrollándose positivamente, y pese a que el número de accidentes ha aumentado respecto a 2016, cabe destacar que 2016 había resultado un año especialmente seguro, con un número de accidentes considerablemente inferior a la media de los años anteriores, por lo que 2017 sigue suponiendo un descenso en el número de accidentes respecto a la media de los años previos.

4 PÉRDIDA DE CONTROL EN VUELO

Como se ha visto en apartados anteriores, la pérdida de control en vuelo supone la categoría de riesgo sobre la que cae el mayor foco de atención en el futuro cercano para prevenir futuros accidentes.

Esta causa, pese a que únicamente supone un 3% de los accidentes de la aviación comercial, supone el 26% del total de muertes acaecidas en los últimos 5 años, hecho que aumenta a un 62% si tomamos en consideración únicamente accidentes que puedan ser prevenidos.

Además, supone el factor de riesgo principal para la FAA y la mayoría de las categorías que preocupan a EASA están relacionadas con esta.¹³

Resulta por tanto evidente el interés de analizar cuáles son las principales causas que desembocan en la pérdida del control de una aeronave en vuelo, ya que conociendo estas, es posible trabajar para evitar futuros casos similares.

Un estudio¹⁴ llevado a cabo entre 1993 y 2007 indica como principales culpables de los incidentes relacionados con pérdidas de control con situaciones de *stall* y de fallos con el sistema de control de vuelo.

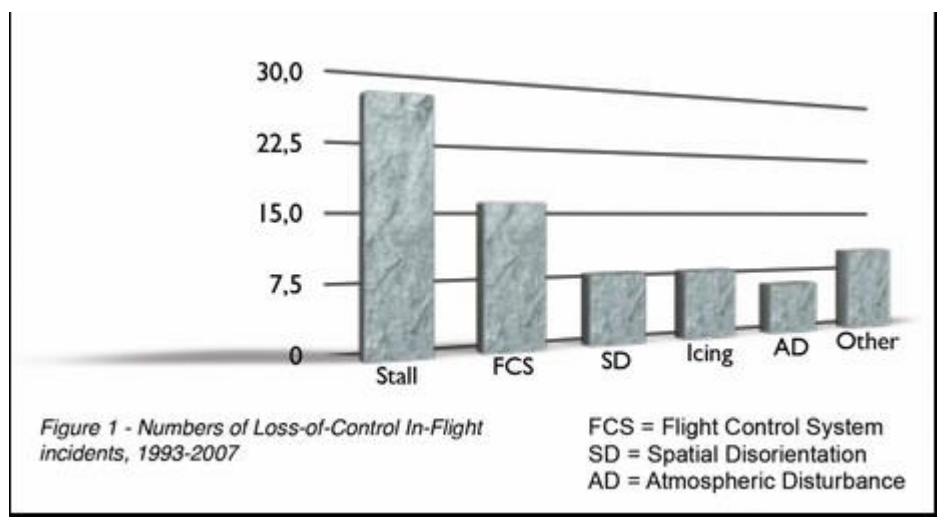


Ilustración 28. Culpables de incidentes relacionados con la pérdida del control en vuelo

Sin embargo, con el ya observado incremento de la seguridad con el paso del tiempo en la aviación, en la actualidad esto no tiene por qué ser así.

¹³ Ambos en 1.2- Sistemas de clasificación

¹⁴ <http://icatee.org/defining-the-loss-of-control-in-flight-threat/>

Si atendemos al número de accidentes fatales en los últimos 5 años¹⁵, son 27 el total de accidentes relacionados con la pérdida de control en vuelo.

ADREP Occurrence Categories: [LOC-I](#)

RECENT FATAL ACCIDENT HISTORY

	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
LOC-I	7	10	4	3	3	27

Source: Aviation Safety Network database

Ilustración 29. Accidentes fatales aviación general (LOC-I)

Prestando ahora atención únicamente a los vuelos comerciales regulares (por la importancia previamente expuesta de estos), son 12¹⁶ los accidentes debidos a la pérdida de control en vuelo en los últimos 5 años.

- 02/04/2012 – Federación Rusa.

Un ATR-72 (Bimotor Turbohélice) se dispone a despegar, pero esa noche no había sido mantenido en las condiciones adecuadas y por tanto existía hielo y congelamiento en diferentes zonas de la aeronave, con la correspondiente pérdida de eficiencia aerodinámica que esto conlleva.

Este congelamiento es descubierto por los miembros de la tripulación durante el *taxi*, sin embargo, deciden continuar con el despegue sin aplicar un tratamiento de descongelamiento, provocando esto un ascenso condicionado por una degradación en la actuación de la aeronave y la consecuente entrada en pérdida, que no fue reconocida por la tripulación y, por tanto, no pudieron recuperar la aeronave.

La falta de mantenimiento correcto en tierra en dichas condiciones, debido a la falta de regulaciones básicas, así como entrenamiento y organización de las licencias de los técnicos, era algo típico en la compañía. Además, esta presentaba deficiencias en el sistema de control de seguridad, el sistema de control de calidad y forzaba a los pilotos a grandes cargas de trabajo.

Además, los pilotos presentaban deficiencias en el entrenamiento sobre los peligros de que se produzcan congelaciones en tierra y en prevención e identificación de la entrada en pérdida, esto último debido al escaso entrenamiento relacionado con este aspecto en los simuladores de vuelo.

¹⁵ Aviation Safety Network

¹⁶ ICAO Safety Reports

- 16/10/2013 – República Democrática Popular Lao.

Un ATR-72 (Bimotor Turbohélice) se encuentra en fase de aproximación, cuando se presenta un cambio repentino en el tiempo ante el cual la tripulación es incapaz de ejecutar la maniobra de aproximación instrumental, así como el procedimiento de aproximación fallida, ambos publicados y supuestamente conocidos por ellos.

A esto hay que añadir que la tripulación seleccionó una altitud en el “ALT SEL” por debajo del margen permitido, lo que conlleva lecturas de altitud incorrectas.

También se informa de que el piloto a los mandos pudo sufrir ilusiones Somatográficas, además durante el *go-around* que se produjo, los *displays* no monitorizaron correctamente los parámetros principales de vuelo, lo que empeoró debido a la falta de comunicación entre la tripulación y a que el piloto que no se encontraba a los mandos únicamente se centró en la configuración de los flaps.

- 10/11/2013 – Canadá.

Un Swearingen Metro (Bimotor Turbohélice) se encuentra volando bajo reglas de vuelo instrumentales, cuando la tripulación declara una emergencia debido al fallo de un motor. Tras esto la aeronave golpeó contra árboles y líneas de tensión, produciéndose tras esto un fuego en la aeronave tras el impacto.

En la situación en la que se encontraban era muy complicado para la tripulación darse cuenta del fallo, sumado a esto consideraban operativo el sistema NTS, por lo que no iniciaron el procedimiento para fallos de motor en vuelo. Debido a la altitud a la que la tripulación perdió la aeronave, era imposible la recuperación de esta.

Investigaciones posteriores revelaron que existían discrepancias entre el mantenimiento del motor y el *overhaul* que se realizó en la tobera, lo que crea riesgos de fractura tras el *overhaul*.

- 17/11/2013 – Federación Rusa.

Un B-737 (Bimotor Turbofan) se encuentra en fase de aproximación cuando decide abortar el aterrizaje y realiza una maniobra de *go-around*, durante esta maniobra la aeronave toma una actitud de *nose-up* excesiva y la tripulación, por falta de habilidad y debido a un entrenamiento incorrecto, son incapaces de recuperar la aeronave.

Dichas deficiencias en la formación de los pilotos eran debidas a una falta de control de seguridad por parte de la aerolínea y una falta de vigilancia de las regulaciones. Así como la actuación de la tripulación puede ser en parte condicionada a las irregularidades que cometía la aerolínea respecto a los tiempos de descanso etc.

Aunque no se le dio mayor importancia, un miembro de la comisión que se dedicó a la investigación de este accidente defendió que podía existir un fallo en el control de los elevadores.

- 24/07/2014 – Mali.

Un MD-83 (Bimotor Turbofan de baja derivación) se encontraba en mitad de un vuelo regular cuando de repente la velocidad de la aeronave, que se encontraba en dicho momento controlada por el *autothrottle*, decreció debido a una obstrucción de las tomas de presión de los sensores probablemente por hielo.

En reacción a esto, el piloto automático respondió aumentando gradualmente el ángulo de ataque para mantener la altitud ante esta caída de velocidad (no real, sino observada por el piloto automático). Esto provocó que la aeronave entrara en una pérdida que no fue recuperada.

Entre las diversas causas, destaca la actuación de la tripulación, que no activó los sistemas anti-hielo, que no fue capaz de detectar la caída de velocidad y los valores erróneos que presentaban la aeronave y el piloto automático, la falta de reacción ante los fenómenos de *buffet*, el *stall warning* y el *stickshaker*. Todo esto probablemente debido a la carga de trabajo a la que estaban sometidos tras evitar una zona convectiva y a las dificultades en la comunicación con los controladores aéreos.

- 28/12/2014 – Indonesia.

Un A-320 (Bimotor Turbofan) se encuentra en mitad de su vuelo cuando se produce un fallo en el limitador lateral del *rudder* (que posteriormente se determinó que era debido a la rotura de una soldadura), ante esto el piloto actúa correctamente, pero dicho fallo sigue produciéndose, ante lo cual el piloto decide actuar tal y como había visto a un técnico de mantenimiento realizarlo en tierra, sin embargo, este procedimiento no podía ser realizado en vuelo.

Dicho procedimiento conlleva un cortocircuito y la desconexión del piloto automático y el *autothrottle*. En dichas condiciones, la aeronave comienza a alabear, y dado que el piloto a los mandos se encuentra centrado en el problema del limitador del *rudder*, el otro decide hacerse cargo y consigue controlar la aeronave.

Tras controlar el alabeo de la aeronave, el piloto que había tomado los mandos mantiene los controles de forma que la aeronave suba el morro y, pese a que el otro piloto se da cuenta de la situación e intenta corregirla, la aeronave entra en pérdida y se estrella.

- 04/02/2015 – China.

Tras su despegue, un ATR-72 (Bimotor Turbohélice) sufre el fallo de un motor, sin embargo, la tripulación comete un fallo al identificar dicho motor y desconecta el motor operativo, tras esto la aeronave pierde altitud y velocidad y entra en pérdida, ante lo que los pilotos declaran un *Mayday* y tratan de reiniciar el motor que no presentaba fallos, dado que se habían dado cuenta de su error. Sin embargo, no consiguen recuperar el control de la aeronave y se estrellan.

Ante esta situación, la tripulación debía haber abortado el despegue cuando no todos los sistemas estaban como debían durante las fases iniciales del giro que realizaron tras despegar.

Así mismo, TransAsia no disponía de una documentación clara sobre la política de la compañía, instrucciones, procedimientos y noticias sobre como operar en este caso.

La identificación errónea del problema, así como el apagado del motor operativo, fueron debidas principalmente a la falta de comunicación y coordinación entre los dos pilotos y los *inputs* incorrectos por el piloto a los mandos, que además no siguió los procesos estándar de operación ante la aparición de fuego en un motor durante el despegue.

- 13/04/2015 – Canadá.

Un Swearingen Metro (Bimotor Turbohélice) se encontraba en reglas de vuelo instrumental, a una altitud de 8700 ft la aeronave desaparece del radar ATC, se encuentra en una zona con condiciones climatológicas adversas cuando de repente, por razones desconocidas, la aeronave comenzó a descender a una gran velocidad hasta que se alcanzaron los límites estructurales y consecuentemente la rotura de esta.

Pese a que los motivos de este accidente no han podido ser determinados con certeza, el capitán presentaba un alto nivel de alcohol en sangre, lo que se considera como uno de los posibles principales motivos de dicho accidente. Una de las teorías sobre lo ocurrido se basa en este hecho para pensar en un posible suicidio.

Otro posible motivo es un congelamiento de los tubos de Pitot ocasionado por no seguir los procedimientos adecuados, sin embargo, esto de haber ocurrido debería haber sido advertido por la tripulación y no existen pruebas de que esto sucediera.

- 30/06/2015 – Estados Unidos.

Un Beech 99 (Bimotor motores alternativos) trataba de despegar cuando la tripulación detectó un fallo en el control de vuelo, tras un *taxi* sin problemas y tras acelerar la aeronave, la aeronave guiñó hacia la derecha sin motivo aparente y los pilotos se encontraron el pedal del *rudder* en el suelo, tras lo que intentaron controlar la aeronave sin demasiado éxito en cuanto a la reducción de la guiñada que había presentado la aeronave. Tras esto trataron de aterrizar la aeronave y consiguieron aterrizarla sobre su ala izquierda sin que se produjera ningún fallecimiento.

Tras la investigación no se encontraron razones para la guiñada que presentó la aeronave ni el fallo en el pedal del *rudder*.

- 08/01/2016 – Suecia.

Un Bombardier CL600 2B19 (Bimotor Turbofan) se encontraba en pleno vuelo con visibilidad nula, por lo que la tripulación al mando de la aeronave dependía plenamente de sus instrumentos.

En dicha situación, el piloto a los mandos recibió un incremento repentino del cabeceo en su *display*, ante lo cual se mostró sorprendido y, dado que no tenía orientación espacial y que el piloto automático estaba probablemente desconectado, decidió bajar el morro para reducir dicho incremento en el ángulo de cabeceo.

Al ver esto el copiloto, cuyos instrumentos no habían fallado y por tanto no había recibido este incremento erróneo le dijo que subiera el morro de la aeronave, pero al tener ambos datos e informaciones distintas no lograron ponerse de acuerdo.

Tras esto contactaron con ATC y siguiendo las instrucciones de estos redujeron la velocidad de vuelo, pero ya era demasiado tarde para recuperar la aeronave.

La investigación determinó que en el simulador donde se practicaban este tipo de situaciones los pilotos disponían de más información y medidas que en la aeronave real, lo que pudo llevar a que no pudieran operar correctamente.

- 09/03/2015 – Bangladesh.

Tras su despegue, un AN26 B (Bimotor Turbohélice) que se encontraba en un vuelo de cargo sufre una caída en la presión del aceite del motor izquierdo, lo que se traduce en un fallo de dicho motor y pierde la potencia suficiente como para llegar al crucero, sin embargo, el capitán decide continuar con el despegue.

Posteriormente se dan cuenta de su error y decide volver inmediatamente. Son informados por el ATC de un viento que deben considerar (aunque esto no debía

suponer ningún problema). El motor pierde el 100% de su potencia y la tripulación no es capaz de alinearse correctamente con la pista, por lo que deciden abortar el aterrizaje y realizar otra aproximación.

Cuando se configuran correctamente para aterrizar, el capitán decide realizar una maniobra de *go-around* sin comunicarlo y la aeronave se estrella.

Este accidente supuso una gran cadena de fallos, el primero el no iniciar el procedimiento para abortar el despegue, tras esto la tripulación no siguió el SOP de la compañía sobre fallos de motor durante el despegue.

En el informe se ofrece como alternativa (debido a la falta de visibilidad), la posibilidad de haber ido al aeropuerto alternativo, muy cercano al aeropuerto en el que trataban de aterrizar, para mejorar la precisión en el aterrizaje con un único motor.

También se indica que la velocidad de la aeronave era mucho menor a la que debía haber sido en configuración limpia.

- 19/03/2016 – Federación Rusa.

Un B-737 (Bimotor Turbofan) se encuentra en fase de aproximación, el vuelo es informado numerosas veces por el ATC de la situación climatológica y del *windshear* presente. Los pilotos piden otra aproximación, que también deciden abortar, probablemente debido a una ráfaga vertical.

Al abortar por segunda vez la aproximación realizan una maniobra de *go-around*, en la cual mantienen una configuración de velocidad-extensión de flaps-tren de aterrizaje correcta, hasta que en cierto momento se produce un cambio brusco en los estabilizadores y la palanca, lo que hace que la aeronave caiga en picado y se estrelle.

Pese a que esta investigación no se encuentra cerrada, en la grabación de la cabina se escucha la rueda de trimado cambiar, probablemente por error, lo que podría haber desencadenado el accidente.

Una vez conocidos dichos accidentes, existen ciertos aspectos o situaciones comunes a varios de ellos, por lo que se tratará de ver si existe un determinado patrón o situaciones que sean repetidas.

Para dicho análisis se considerarán las siguientes categorías, establecidas tras ver qué aspectos comunes tienen diferentes accidentes:

- Error de la tripulación (CREW)
- Entrada en pérdida (STALL)

- Clima adverso o visibilidad nula (WEATH)
- Procedimientos o comportamientos inadecuados de la compañía (CPY)
- Maniobra de *go-around* (GO-A)
- Fallo de motor (ENG)
- Falta de comunicación entre la tripulación (COM)
- Fallo mecánico o en los *displays* -excepto fallos de motor y congelamiento- (MF)
- No aplicación de los procedimientos establecidos (PROC)
- Hielo o congelamiento (ICE)
- Circunstancias desconocidas (UNK)

Tras establecer dichas categorías, cabe recalcar que si se considera que una de estas categorías puede haber resultado trascendente en cada uno de los accidentes es porque así lo establece el informe explícitamente, por lo que casos en los que no se encuentre completamente confirmada la causa o si se dio cierta situación no se tomarán en cuenta, aunque todo indique a ello.

Además, no se considerará un error de la tripulación siempre que no hayan operado rigurosamente a la perfección, sino que se tendrá en cuenta la situación en la que se encontraban, así como de las herramientas e información que disponían para corregir el problema.

Teniendo esto en cuenta, se procede a analizar las principales causas de las pérdidas de control en vuelo que desembocaron en accidentes:

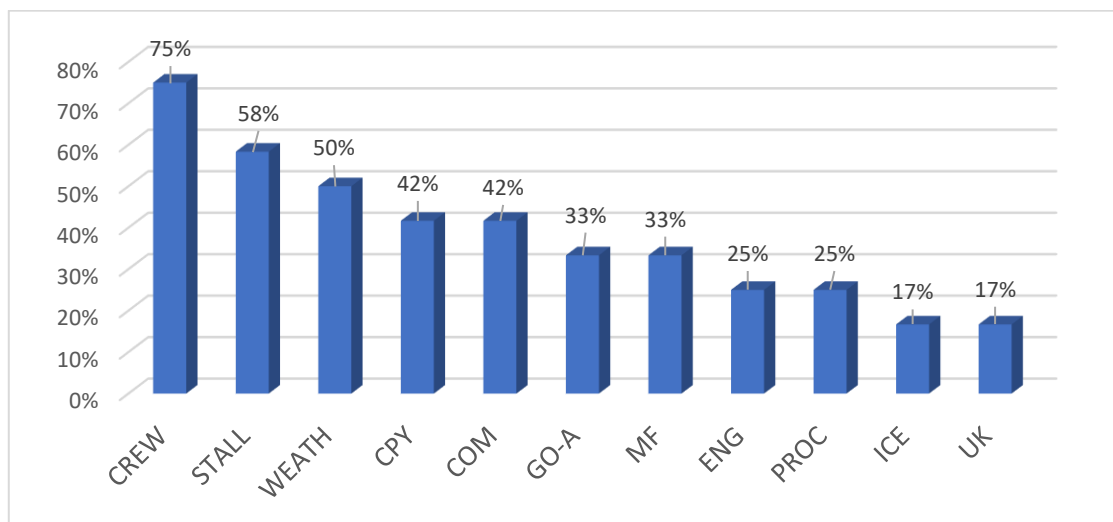


Ilustración 30. Causas principales accidentes LOC-I

En un 75% de los accidentes se considera que la tripulación no actuó correctamente ante la situación, aunque se debe remarcar que esto es así debido a que, salvo combinaciones poco probables y catastróficas de otros condicionantes, si la tripulación actúa correctamente el hecho se convierte generalmente en un incidente sin mayor transcendencia. Por lo que, aunque la manera de proceder y las reacciones de la tripulación supongan el factor más común entre los accidentes se deben considerar todos los factores adicionales que condicionan esta reacción insuficiente o errónea.

Aunque el segundo factor común presente en los accidentes es más bien una consecuencia que una causa, la entrada en pérdida de la aeronave resulta un factor fundamental en los accidentes en la aviación. En un 58% de los casos la aeronave entro en pérdida y bien porque la tripulación no fue capaz de detectarla o bien porque no fue capaz de corregirla, esta desembocó en un accidente. Es por ello por lo que continuamente se incide en la importancia de entrenar a los pilotos en situaciones relacionadas con la entrada en pérdida y la aproximación a esta, de modo que sepan cómo reaccionar ante esto en diferentes situaciones.

Otra maniobra resulta especialmente conflictiva, la maniobra de *go-around* está presente en 1 de cada 3 accidentes y aunque puede parecer una maniobra sencilla, es parte de una gran cantidad de accidentes, no únicamente de pérdida de control en vuelo sino también accidentes de la clase CFIT y más. Por ello es evidente la necesidad de, igual que en los casos de entrada en pérdida, insistir en la correcta formación de los pilotos en este tipo de maniobras.

Una vez vistas las maniobras más conflictivas, es conveniente determinar cuáles son los condicionantes comunes que llevan a un accidente bien conduciendo a un fallo de la tripulación o bien resultando fatales ellos mismos o una combinación de ellos.

En un 50% de los casos el tiempo resulta un factor diferencial, siendo considerado como una condición importante que condujo al accidente, bien sea por falta de visibilidad o por condicionantes como fuertes vientos o tormentas. Aunque en ocasiones este es un factor impredecible, los radares meteorológicos y predicciones del comportamiento del tiempo permiten cada vez más determinar planes alternativos o formas de evitar este tipo de climas adversos, reduciendo así las probabilidades de sufrir un accidente relacionado con este. Sin embargo, maniobras como aproximaciones con comportamientos meteorológicos adversos siempre supondrán un factor de riesgo elevado.

Resulta llamativo y preocupante, que en un 25% de los casos se menciona explícitamente que los pilotos no siguieron los procedimientos estándar para determinadas situaciones concretas. Véase el ejemplo de fuego en un motor durante el vuelo, esta es una situación que al haber ocurrido en diversas ocasiones y por tanto se ha establecido una forma de operar para que este hecho no resulte catastrófico. Sin embargo, bien sea por reacciones instintivas o tal vez de pánico, en ocasiones se actúa contrariamente a este procedimiento, hecho que puede resultar bien catastrófico o tal vez exitoso al conseguir recuperar la aeronave gracias a una rápida reacción, pero el hecho de asumir este riesgo recalca la importancia de atender a los procedimientos ya establecidos.

Siguiendo en esta línea, otro gran factor diferencial en estos casos consiste en las actuaciones de las compañías, quienes, pese a existir una serie de regulaciones sobre ellas

y una serie de requisitos, en gran cantidad de ocasiones no respetan estos. Son comunes los casos de vulnerar el descanso mínimo del que deben disponer los pilotos para aumentar los beneficios, o los casos de alargar el mantenimiento por encima de los umbrales de seguridad para reducir los costes. Además de la falta de preocupación de algunas compañías respecto a factores de seguridad, de establecer procedimientos de emergencia y la presión a la que someten a los pilotos con tal de perder el mínimo dinero posible por retrasar o cancelar vuelos.

Un hecho que también afecta directamente sobre la actuación de los pilotos es la falta de comunicación entre ellos en muchos casos, concretamente en un 42% de ellos. Especialmente en casos donde la visibilidad es reducida, o casos en los que pueda haber fallado algún dispositivo, es fundamental la comunicación entre todos los miembros de la tripulación al cargo de la aeronave de modo que sean conscientes de lo que está ocurriendo y puedan apoyarse entre ellos para identificar el problema y tratar de corregirlo. En numerosas ocasiones la tripulación no es capaz de recuperar la aeronave porque al no existir comunicación entre ellos debido a los momentos de tensión, de los dos pilotos al cargo de la aeronave, cada uno actúa independientemente para tratar de corregir el que él piensa que es el problema y muchas veces lo único que consiguen es que las acciones correctivas de su compañero sean inútiles.

Pero definitivamente, el factor más importante relacionado con un accidente aéreo es el fallo de algún componente, el estado inadecuado de alguno de estos o la pérdida de efectividad de alguno. Si tomamos en cuenta todos los posibles fallos, estos están presentes en un 75% de los accidentes, un 25% de los casos dados por un fallo de motor, un 17% por hielo bien que suponga el congelamiento de los tubos de Pitot o que conlleve la pérdida de eficiencia de algún otro elemento y un 33% de los casos el fallo de algún otro elemento.

No es poco el énfasis que se realiza en la importancia del mantenimiento y las tareas de inspección pre-vuelo para asegurarse de que todos los componentes se comportarán conforme a su óptimo, pero muchas veces por las prisas, por las presiones a las que se ven sometidos los operarios y los pilotos o simplemente por una reducción de la atención que se presta a estos hechos debido a la rutina, estas tareas no se realizan correctamente y suponen un desenlace fatal.

No obstante, gran cantidad de los fallos presentados en vuelo corresponden a fallos aleatorios que no pueden ser prevenidos, por lo que siempre influirá este factor y es por ello por lo que todos los sistemas que presentan fallos aleatorios se encuentran por duplicado para reducir los riesgos del fallo de uno de estos y además se intentan establecer procedimientos de actuación en caso de fallo de alguno de estos.

Se tratará ahora de determinar las combinaciones más comunes de causas, ya que, como se ha remarcado con anterioridad, los accidentes en su gran mayoría se deben a una cadena de fallos y causantes, no a hechos aislados.

Al ser las situaciones más comunes los errores de la tripulación y las entradas en pérdida se estudiarán los hechos relacionados con estos.

	Accidentes/Accidentes con error de tripulación	Accidentes/Accidentes con <u>stall</u>
CREW	9	
STALL	7 de 7	7
WEATH	5 de 6	3 de 6
CPY	4 de 5	4 de 5
COM	4 de 5	3 de 5
GO-A	4 de 4	3 de 4
MF	2 de 4	3 de 4
ENG	2 de 3	2 de 3
AP	2 de 3	1 de 3
PROC	3 de 3	3 de 3
AT	2 de 2	1 de 2
ICE	2 de 2	2 de 2
UK	1 de 2	0 de 2

Tabla 3.Comparativa accidentes bajo diferentes condiciones

Para comenzar, todos los casos en los que la aeronave entró en pérdida fueron debido a errores de la tripulación, hecho lógico dado que las aeronaves tienden a estabilizarse entorno a puntos de equilibrio muy lejanos a los que implicarían una entrada en pérdida.

La situación meteorológica resulta un factor común en cuanto a errores de la tripulación se refiere, complicando considerablemente la actuación de estos al verse enfrentados a situaciones críticas y complicadas debido a ello.

Otros factores a considerar son las presiones que ejercen las compañías o las políticas que llevan a cabo, así como una falta de comunicación entre la tripulación, hecho diferencial en numerosos casos. Además, el hecho de no operar respecto a los procedimientos estándar establecidos resulta en entradas en pérdida al tratar de realizar maniobras no deseables.

Así como se ha comentado con anterioridad, la maniobra de *go-around* resulta considerablemente conflictiva, pese a la aparente sencillez de esta.

Los fallos mecánicos y fallos de motor no resultan tan condicionantes para la actuación de los pilotos, en parte gracias a los entrenamientos que han recibido ante diferentes tipos de fallos y a los procedimientos, que establecen una forma de actuación ante fallos de este tipo. Sin embargo, en ocasiones dichos fallos por ellos mismos resultan fatales, en gran medida por los condicionantes adicionales.

4.1 ACCIDENTES LOC-I 2017

En lo que se ha dado a conocer de los accidentes aéreos acaecidos en 2017, por ahora únicamente un accidente ha sido considerado como una pérdida de control en vuelo.

Concretamente el 15/11/2017 un Let L-410 (Bimotor Turbohélice) operando en Rusia sufrió la repentina activación del empuje negativo en uno de sus motores sin que esta acción hubiera sido ordenada, siendo los pilotos incapaces de recuperar el control de la aeronave tras esta situación resultando este accidente en 6 fallecidos.

Aunque es pronto para extraer conclusiones y habrá que esperar hasta que los informes de todos los accidentes aéreos de 2017 sean cerrados, el hecho de que únicamente hayan fallecido 6 personas debido a una de las principales causas de mortalidad en la aviación y en una situación a priori impredecible, puede ser un indicador de una tendencia hacia el aumento de la seguridad en este aspecto.

De cumplirse esta tendencia, los tres principales factores de riesgo de la aviación presentarían una tendencia esperanzadora en cuanto a minimizar el número de posibles futuros accidentes y reducir la mortalidad de estos.

5 CONTROLLED FLIGHT INTO TERRAIN

Tras ser analizado uno de los tres factores de riesgo establecidos por ICAO y el mayor motivo de muertes considerando únicamente las a priori evitables, resulta conveniente estudiar también cuales son los otros dos principales motivos de fallecimientos en la aviación.

Por suponer una mayor repercusión y ser supuestamente más controlable, se comenzará analizando los casos de vuelos controlados contra tierra.

Igual que en los casos de pérdida de control en vuelo, previamente al análisis de causas comunes, se expondrán los accidentes a analizar para disponer de una visión más concreta de lo que se está estudiando:

- 22/04/2012 – Pakistán

Un B-737 (Bimotor Turbofan) se encontraba en el vuelo inaugural de una nueva ruta cerca de su destino donde había unas condiciones climatológicas adversas debido a una tormenta eléctrica que preocupaban a la tripulación. Cuando recibieron permiso para aproximarse la aeronave se adentró en una línea de turbonada¹⁷ y, aunque el manual de operaciones de la compañía prohibía volar en esas condiciones, el capitán continuó con el descenso.

La aeronave se encontraba en ese momento con los flaps y slats desplegados para la aproximación, así como el tren de aterrizaje. Entonces, el primer oficial reportó que la velocidad del viento era superior a la velocidad recomendada (probablemente como resultado de *windshear*), hecho que sorprendió al capitán porque se encontraba con el *autothrottle* encendido.

Cuando la aeronave capturó la senda del ILS los flaps se encontraban desplegados únicamente 5°, cuando debían estarlo a 30°. En esta situación y tratando de mantener la senda de planeo el piloto automático aumentaba el ángulo de cabeceo y consecuentemente la velocidad descendía.

En esta situación y pese a que el piloto solicitó un *go-around*, no se llevó a cabo ninguna acción correctiva. Tras esto el ángulo de cabeceo se había reducido, pero la aeronave estaba desviada del centro de la pista. Al encontrarse la tripulación confundida no actuó respecto a esto y la aeronave salió de la senda de planeo, acercándose peligrosamente al suelo sin ninguna acción del piloto.

Posteriormente la desaparición de una corriente de viento descendente supuso un incremento en el ángulo de ataque y el piloto, que no siguió los procedimientos que establece Boeing para estas situaciones, no consiguió recuperarse de la

¹⁷ Línea de tormentas eléctricas formada a lo largo de un frente frío o frente a este

pérdida e intentó otro *go-around*, pero no aplicó los procedimientos apropiados para realizarlo, tras esto la aeronave se estrelló.

Se determinó que la tripulación no disponía de la suficiente experiencia de vuelo como para pilotar dicha aeronave, así como les faltaba experiencia en el simulador y entrenamiento y nivel de competencia para este modelo de avión. Además, la compañía no disponía de todos los documentos necesarios para la correcta operación de esta aeronave en concreto.

- 12/09/2012 – Federación Rusa

Un Antonov AN-28 (Bimotor Turbohélice) se encontraba volando en IFR, al acercarse al aeropuerto de destino para comenzar la aproximación las condiciones de visibilidad se encontraban dentro de los límites.

La aproximación a dicho aeropuerto se realiza siguiendo un NDB por encima de la altitud mínima de seguridad para posteriormente proceder con el descenso, sin embargo, la tripulación no siguió el NDB.

Una violación por parte de la tripulación en los procedimientos de aproximación, por descender prematuramente por debajo de la altitud mínima de seguridad en una zona montañosa supuso el accidente.

Tras la investigación se determinó que ambos miembros de la tripulación presentaban alcohol en sangre. Además, presentaban un bajo nivel de disciplina y una falta de trabajo metódico respecto a acciones como inspecciones pre-vuelo y ejecución de procedimientos de aproximación.

Se menciona la posibilidad de que un GPWS equipado en la aeronave podría haber prevenido el accidente.

- 25/12/2012 – Myanmar

Un Fokker 100 (Bimotor Turbofan) se encontraba descendiendo siguiendo un NDB cuando de repente se activa el EGPWS, el capitán intenta mantener la altitud justo antes de que el EGPWS indique una altitud cada vez más baja hasta que la aeronave se estrella contra las líneas de tensión, árboles y demás objetos que había.

Durante la aproximación final la aeronave bajó por debajo de la MDA y la tripulación no siguió los SOP emitidos por el operador. La tripulación tampoco cambió a visual como debía haber hecho debido al mal tiempo.

- 29/01/2013 – Kazakstán

Un Bombardier CRJ-200 (Bimotor Turbofan) se encontraba operando en condiciones de muy baja visibilidad. Cuando se disponía a comenzar el descenso la visibilidad había decrecido a 175m, aun así el capitán decidió continuar descendiendo hacia una aproximación a la altitud de decisión. El mal tiempo cada vez aumentaba más el estrés del capitán y cuando se encontraban a 8000ft recibieron la orden de mantenerse a esa altitud porque había otro vuelo en la zona. Esto provocó reacciones fuertemente emocionales en el capitán.

Cuando recibieron permiso para descender, la falta de mejoría en las condiciones meteorológicas causó un mayor y mayor irritamiento en el capitán. En condiciones adversas la tripulación continuó descendiendo hasta que estaba claro que el aterrizaje era imposible debido a la falta de contacto visual con la pista.

Se inició un procedimiento de aproximación fallida (*go-around*) y se activó el botón de TO/GA. Durante 4 segundos tras la activación de este no hubo *inputs*, hasta que el capitán empujó la palanca hacia adelante causando el descenso de la aeronave. Pese a las advertencias del copiloto hacia el capitán para que atendiera al EGPWS no hubo respuesta en los controles por parte de la tripulación.

El informe reveló que el capitán no había cumplido los requerimientos de examinación de su salud tras rehabilitarse de una operación, además este sufrió ilusiones ópticas y creyó encontrarse en una situación de *nose-up*. Tampoco hubo una comunicación suficiente ni el piloto se encontraba en una posición de trabajo adecuada en el momento del impacto.

- 14/08/2013 – Estados Unidos

Un A-300 (Bimotor Turbofan) se encontraba en fase de aproximación cuando se chocó contra árboles y se estrelló en un campo a 1000m de la pista.

El accidente se debió a la continuación de una aproximación no estabilizada y la incapacidad de la tripulación de monitorizar correctamente la altitud de la aeronave, debido a la incapacidad de configurar y verificar apropiadamente el ordenador de a bordo en el perfil de aproximación.

Además, el capitán, que había mostrado deficiencias de actuación durante su entrenamiento, no comunicó lo que pretendía hacer al primer oficial, así como este no realizó las llamadas de atención mínimas al capitán. Este primer oficial, presentaba signos de fatiga debido a una falta de sueño propiciada por sus actividades fuera del horario laboral.

Por otra parte, la tripulación esperaba salir de las nubes en las que se encontraban 1000ft por encima del nivel del suelo, probablemente debido a que no tenían información meteorológica suficiente.

- 23/07/2014 – China

Un ATR-72 (Bimotor Turbohélice) que había sido retrasado debido al tifón Matmo, se encontraba cerca de su destino cuando entró en un patrón de espera. El aeropuerto de destino dispone de una única pista, con aproximación ILS en la orientación 02 y VOR/DME en la 20.

La tripulación pidió una aproximación ILS por la pista 02, pero al pedir un ATR-72 previo a este la aproximación por la pista 20, esta cambió de parecer y solicitó la aproximación por la pista 20 también.

Durante la aproximación el vuelo se desvió hacia la izquierda y por debajo de la senda de planeo, por lo que la tripulación informó de que iban a realizar un *go-around*, dos segundos después de esto la aeronave chocó contra árboles y cayó.

En esta situación se debe tener en cuenta las condiciones climatológicas especialmente adversas, tanto que 55 de los 66 vuelos programados ese día fueron cancelados.

La investigación dictaminó que la tripulación no siguió los procedimientos de aproximación para la aproximación a la pista 20 con VOR. El capitán bajó intencionadamente de la MDA sin disponer de las referencias visuales requeridas.

Ambos pilotos pasaron mucho tiempo tratando de encontrar la pista en vez de comenzar una maniobra de aproximación fallida como requieren los procedimientos.

No hubo coordinación, comunicación, ni control de amenazas y errores por parte de la tripulación. En ningún momento el primer oficial hizo ningún comentario sobre descender por debajo de la MDA, sino que apoyó la idea.

Los registradores de vuelo dictaminaron que el no cumplir los SOP era una práctica repetida durante el resto del vuelo, lo que implica que el hecho de realizar ciertas prácticas de alto riesgo era rutinario y considerado normal.

- 28/12/2014 – República democrática del Congo

Un Antonov AN-26 (Bimotor Turbohélice) impactó con una zona llena de árboles. No hay más información sobre este vuelo.

Tras conocer los 7 accidentes, en este caso no se realizará un estudio tan amplio como en el caso anterior, puesto que la gran mayoría de casos presentan factores muy similares y comunes a casi todos ellos.

En todos ellos hay dos aspectos fundamentales:

- Condiciones meteorológicas adversas: Bien sea por falta de visibilidad, fuertes vientos, tormentas o lluvias. Es evidente que un factor diferencial en todos los accidentes fueron las condiciones meteorológicas adversas que propician situaciones de peligro.
- Procedimientos estándar ignorados: Resulta común a toda esta lista de accidentes la vulneración en algún momento de los procedimientos estándar establecidos por las compañías o por el mismo fabricante para velar por la mayor seguridad posible.

El hecho de ignorar los procedimientos no implica directamente un accidente, pero como se ha podido observar crea un precedente de conducta que en algunos casos puede resultar fatal.

El hecho de querer evitar una aproximación fallida y descender en condiciones de no seguridad, el intento de querer resolver los problemas rápidamente o simplemente la comodidad de actuar conforme a como cada uno prefiere y no acatando los procedimientos supone una conducta potencialmente peligrosa y que se debería evitar.

Otros factores determinantes, igual que en los casos de pérdida de control en vuelo, son las actuaciones de las compañías y entidades certificadoras, los evidentes déficits en el entrenamiento de algunos pilotos y el cumplimiento de las regulaciones. Así como vuelven a resultar evidentes los problemas con la maniobra de *go-around*.

El deseo de algunas compañías de querer inaugurar rutas, operar con aeronaves nuevas etcétera en plazos de tiempo reducidos suele acarrear una vulneración de las regulaciones tanto en aspectos de documentación, como de selección prematura de tripulación y sobrecarga de esta.

6 SYSTEM COMPONENT FAILURE

El tercer aspecto a analizar serán los fallos de componentes o sistemas.

En este caso el análisis se realizará de forma ligeramente diferente al de la pérdida de control en vuelo y al de vuelo controlado contra tierra, debido al elevado número de casos en comparación con estos dos anteriores, concretamente 59. Además, no se dispone de información suficiente o fiable para la totalidad de estos 59 accidentes.

Sin embargo, tomando una muestra de 38 accidentes es posible obtener una idea general de los principales riesgos y situaciones comunes de los fallos de componentes o sistemas.

Principalmente existen dos sistemas con un peligro potencial de fallo: los motores y el tren de aterrizaje. De los 38 accidentes analizados, 35 presentaban un fallo de motor o un fallo en el tren de aterrizaje.

Concretamente se produjeron 13 fallos de motor y 22 fallos en el tren de aterrizaje. De estos 22, 16 fueron fallos en el tren de aterrizaje principal y 6 en el tren de morro.

Realizando un análisis más profundo, se pueden extraer una serie de conclusiones:

- Observando la distribución de fallos por sistemas resulta evidente un hecho, el duplicado de sistemas y componentes para evitar fallos aleatorios resulta altamente efectivo.

Dejando de lado los fallos en motores y tren de aterrizaje, los 3 accidentes restantes se deben a un fallo en la APU, un agujero en un mamparo de presión y un nivel de vibraciones anormalmente elevado. Esto evidencia que, al menos en los casos de los que se dispone de información, los fallos aleatorios de componentes no suponen un factor de riesgo gracias a las políticas y medidas de seguridad tomadas para conseguirlo.

- Los principales factores de riesgo son la corrosión, la fatiga y un mantenimiento inadecuado.

Los dos primeros atienden a factores de diseño, y a priori no deberían suponer un problema mayor, puesto que todos los factores de diseño son corregibles si se les otorga la importancia que merecen y se endurecen las regulaciones para la aprobación y validación de los sistemas y componentes.

- El mantenimiento inadecuado es un tema recurrente y se debe a diferentes motivos.

Entre los casos debidos a mantenimiento inadecuado se pueden encontrar:

- Periodos de inspección demasiado largos e inadecuados para identificar grietas

- Incapacidad del operador de actuar conforme a las AD
- Ausencia de instrucciones detalladas en el AMM del fabricante que permitiera a los operarios asegurarse de que los montajes eran correctos, pese a que existía un diagrama detallado.
- Montajes incorrectos por parte de los operarios.

Resulta evidente también que estos casos podrían ser fácilmente evitables aumentando el control sobre las aerolíneas y los fabricantes en aspectos de mantenimiento.

- Generalmente en los casos en los que se producen fallos por fatiga o corrosión, un nuevo diseño es requerido para evitar futuros problemas relacionados con estos. Sin embargo, en ocasiones estos nuevos diseños siguen sin ser efectivos o simplemente no se vuelven a diseñar dichos componentes.

Algunos ejemplos de este hecho son:

- British Aerospace Jetstream 31 (Bimotor Turbohélice)– El 08/03/2012 este avión sufrió un fallo en el tren de aterrizaje debido a una rotura producida por corrosión bajo fatiga. El material del que estaba fabricado este tren de aterrizaje es conocido como susceptible a roturas por corrosión bajo fatiga.

Por esto se implementó una solución de diseño para evitar dichas roturas. Sin embargo, esta modificación en el diseño resultó inefectiva cuando el 15/08/2014 este mismo modelo de aeronave sufrió exactamente el mismo fallo.

- MD-11 (Bimotor Turbofan)– El 13/10/2012 esta aeronave sufrió un colapso total de la parte izquierda del tren de aterrizaje principal, mismo fallo exactamente que el que había sufrido este modelo el 20/09/2009
- B-737 (Bimotor Turbofan) – Probablemente el caso más preocupante sea el de este modelo de Boeing, de los 22 fallos en el tren de aterrizaje 10 fueron en un 737. Todos estos fallos evidenciaron que el tren de aterrizaje principal de esta aeronave es susceptible a *shimmy*, especialmente a altas velocidades de aterrizaje para aterrizajes suaves. Sin embargo, este número de accidentes dejan ver que, o bien no se han llevado a cabo acciones correctivas para corregir este aspecto, o bien han resultado inefectivas.

- Evidentemente existen ciertos casos aislados cuyos fallos son difícilmente evitables, como puede ser el impacto de un pájaro. Pero en dichos casos se trabaja

para contener los daños producidos por dicho hecho aislado. Son por ejemplo ampliamente conocidos los ensayos de impacto de pájaros.

En resumen, de los tres principales motivos de fallecimientos en la aviación, los fallos de sistemas y componentes serían los más fácilmente evitables, puesto que principalmente se necesitaría una mayor concienciación en las fases de diseño y en las tareas de mantenimiento.

Desde el punto de vista económico, es evidente que estas medidas implican un aumento en los costes de fabricación y en las labores de mantenimiento y, por tanto, compañías y fabricantes pueden mostrarse reticentes a aplicar cambios y a que se aumenten las restricciones, pero este es un paso fundamental para aumentar la seguridad en la aviación.

7 CONCLUSIONES Y ACCIONES FUTURAS

Por último, se realizará una recopilación de las conclusiones extraídas y se presentarán posibles soluciones o sugerencias de mejora a los principales problemas encontrados.

De igual forma que ocurre con las *safety recommendations* incluidas en la mayoría de reports de accidentes, estas se tratan simplemente de una serie de sugerencias extraídas del análisis de los sucesos y simplemente se presentan como posibilidades de mejora.

7.1 CONCLUSIONES EXTRAÍDAS DEL ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES AÉREOS

Siguiendo el desarrollo del documento, las conclusiones extraídas pueden resultar diferentes atendiendo a que se esté estudiando, por lo que se realizarán las mismas distinciones que a lo largo del documento.

7.1.1 Tipo de Aviación

- Existe un gran número de accidentes cuyas causas son desconocidas en la aviación general.

Esto se debe principalmente a la gran cantidad de accidentes por parte de pequeños aviones o avionetas en zonas de difícil acceso y pobre comunicación.

Por razones económicas no existe un gran interés en investigar este tipo de casos puesto que en gran medida se tratan de vuelos privados y de recreo y suelen ser debidos a errores de pilotaje.

En la aviación comercial este número de accidentes debidos a causas desconocidas es muy inferior y se trata de casos aislados.

- De las causas conocidas los principales factores tanto de accidentes como de muertes son el fallo humano y los fallos técnicos.

Esta tendencia se cumple tanto para aviación general como para aviación comercial.

- Atendiendo a la clasificación ICAO-IATA de causas de accidentes, las tendencias resultan similares tanto para aviación comercial como para aviación general.

En ambos casos los accidentes más habituales son los relacionados con seguridad en pista (para aviación general se desglosa en más categorías) y fallos de sistemas o componentes.

- Tanto para aviación general como para aviación comercial los tipos de accidentes más habituales (atendiendo a la clasificación ICAO-IATA) no son los que implican un mayor número de muertes.

- Atendiendo a las regiones RASG, la principal diferencia que se encuentra entre la aviación general y la aviación comercial es un ratio de accidentes mayor presentado por la aviación general, lo que en cierto modo era previsible.

La región “MID” presenta una anomalía en 2016, presentando un elevado ratio de accidentes en la aviación general, sin embargo, esta tendencia no se da en la aviación comercial. Esto es probablemente debido a los conflictos presentes en dicha zona.

- La tasa de mortalidad en los accidentes de aviación comercial es muy reducida, sin embargo, en el caso de aeronaves pequeñas, y por tanto aviación general, esta tasa es más elevada.

7.1.2 Aviación comercial

- En cuanto a aviación comercial respecta, el número de accidentes fatales es considerablemente reducido en comparación al número de accidentes que se producen.

Además, la mayoría de los accidentes fatales no presentan un elevado número de muertes, sino que el grueso de estas viene determinado por diversos hechos aislados.

- 2014 y 2015 fueron años especialmente trágicos en cuanto a muertes y accidentes se refiere. Sin embargo, este elevado número de muertes viene fuertemente influenciado por hechos aislados y difícilmente evitables.

7.1.2.1 Región RASG

- Pese a que en los primeros años presentados en el estudio existe una clara diferencia entre el ratio de accidentes entre las diferentes regiones, esta diferencia se ha visto considerablemente reducida los últimos años hacia un ratio de accidentes similar entre las diferentes regiones.
- Todas las regiones presentan una tendencia descendente en cuanto al ratio de accidentes con el paso de los años.
- No existen diferencias considerables entre las distintas regiones. Pese a que en ciertos años existen discrepancias entre las diferentes regiones, estas generalmente se deben a hechos aislados.
- Es remarcable la región PA, que pese a presentar un elevado tráfico aéreo, presenta un muy reducido número de fatalidades, siendo estas nulas en diversos años.

7.1.2.2 *Tipo de accidente*

- Existe una clara diferencia entre los tipos de accidentes que más se producen y los tipos de accidentes que más muertos suponen.

La gran mayoría de accidentes se deben a turbulencia o a casos de seguridad en pista.

- Atendiendo al tipo de accidente que más muertes conlleva, es necesaria realizar una distinción entre accidentes debidos a causas conocidas y controlables y los que no lo son.

El 60% de los muertos en accidentes de aviación entre 2012 y 2016 se deben principalmente a 5 casos aislados e inevitables.

- Dentro de los casos conocidos existen tres tipos de accidentes que suponen el 98% de las muertes: Pérdida de control en vuelo, vuelo controlado contra tierra y fallos de componentes y/o sistemas.

Dentro de estas tres categorías, la pérdida de control en vuelo supone la más peligrosa, puesto que el 92% de los accidentes debidos a pérdida de control en vuelo resultaron fatales, y estos supusieron el 62% de los fallecidos en accidentes evitables y el 26% del total.

- ICAO define 3 categorías de riesgo, a estas son a las que se dedican la mayoría de esfuerzos y recursos para reducir los peligros que presentan: Seguridad en pista, pérdida de control en vuelo y vuelo controlado contra tierra.
- Existe una evidente tendencia hacia la reducción de los peligros y la mortalidad derivados de las 3 principales categorías de riesgo, siendo la pérdida de control en vuelo la que precisa una mayor y especial atención actualmente.

7.1.2.3 *Causas detrás de los tipos de accidente*

- El factor humano es fundamental en gran parte de los accidentes debidos a pérdida de control en vuelo y en la totalidad de los accidentes de vuelo controlado contra tierra.
- El factor humano suele suponer el factor diferencial en los accidentes. Sin embargo, existen una gran cantidad de condicionantes que desembocan en dicho error humano.

Entre estos condicionantes destacan el factor climatológico, los fallos de componentes, las presiones o malas prácticas de la compañía, la falta de comunicación entre la tripulación y ciertas maniobras o situaciones conflictivas.

- Existen ciertas situaciones especialmente conflictivas, principalmente la maniobra de *go-around* y la aproximación a la entrada en pérdida.
- En muchos casos la tripulación a los mandos de la aeronave normaliza situaciones en las que no se siguen los procedimientos o en las que se realizan maniobras peligrosas, suponiendo esto un gran peligro en situaciones fuera de lo común en las que deciden no operar conforme a los procedimientos y, por tanto, no consiguen recuperar el control completo de la aeronave.
- La gran mayoría de accidentes debidos a fallos de componentes y/o sistemas tienen una solución basada en la mejora del diseño o en un mantenimiento más conservador.

Sin embargo, en ocasiones los nuevos diseños para corregir fallos detectados en ciertos sistemas o componentes no corrigen el fallo y este se vuelve a repetir.

- La mayoría de los fallos se producen en el tren de aterrizaje o en el motor, y en gran parte por culpa de la corrosión y/o la fatiga.

7.2 ACCIONES FUTURAS Y SUGERENCIAS

Atendiendo a los accidentes analizados, resulta común a la mayoría de ellos que el factor humano resulta fundamental en el gran caso de accidentes. Sin embargo, no hay que caer en el error de pensar que los pilotos son la principal razón de los accidentes, la acción de los pilotos es únicamente el resultado final de una serie de situaciones que condicionan la actuación de los pilotos y que desembocan en dicho fallo.

En este caso la analogía del iceberg sería bastante precisa. La acción de los pilotos sería la punta del iceberg que es lo que vemos, pero, sin embargo, existen una gran serie de condicionantes detrás de dicha punta del iceberg que pueden resultar mucho más importantes que la propia acción de los pilotos.



Ilustración 31. Analogía del iceberg

Con la intención de aumentar la seguridad en la aviación se proponen una serie de cambios o mejoras que, o bien facilitarían las labores de pilotaje, o establecerían regulaciones más estrictas para asegurarse de unas condiciones óptimas tanto por parte de la aeronave como de los pilotos.

- Aumento de las restricciones a la hora de emitir licencias tanto de pilotaje como de aeronavegabilidad, así como un mayor control respecto a las prácticas de las compañías y de las tareas de mantenimiento.
- Unificación de normativas a nivel global, manteniendo cierta flexibilidad como siempre ha existido para que cada país opere dentro de unos márgenes, pero siempre manteniendo unos estándares de calidad y seguridad.
- Mejorar los *displays* que se presentan a los pilotos y las herramientas que se les proporcionan para facilitar su tarea, así en caso de fallo de un *display* o en caso de una situación incierta o de poca visibilidad, dispondrían de un mayor abanico de herramientas para identificar la situación y corregirla.
- Mejorar los medios de comunicación aeronave – control aéreo para evitar largos períodos sin comunicación posible.
- Desarrollo de las técnicas de recuperación e investigación, así como una mayor inversión en estas para evitar el número de accidentes debidos a razones desconocidas. Siempre es beneficioso disponer de la mayor información posible para actuar consecuentemente.

Por ello, tras el accidente del vuelo 370 de Malaysia Airlines y el 447 de Air France, se exige a las aerolíneas que equipen las aeronaves con rastreadores en tiempo real, especialmente en vuelos por encima del océano.

- Controles más rigurosos y en intervalos más reducidos al estado físico y mental de los pilotos.
- Concienciar a los pilotos de la importancia de la colaboración entre el *Pilot Flying* y el *Pilot Monitoring*. Este hecho resulta fundamental en la identificación de ciertas situaciones en las que uno de los pilotos puede estar recibiendo información errónea, o simplemente no actuando de forma correcta ante ciertas situaciones.

Una opción para aumentar la comunicación entre ambos pilotos sería el introducir entrenamientos conjuntos de diferentes pilotos y copilotos, situaciones en las que sea necesaria una cooperación para identificar y resolver los problemas existentes.

- Concienciar a los pilotos de la importancia de los *pre-flight checks* y de la importancia de actuar conforme a como indican los procedimientos.

- Entrenamiento más intensivo y con mayor énfasis en situaciones especialmente conflictivas como la aproximación a entrada en pérdida y la maniobra de *go-around*.

Tras accidentes importantes, se hace un especial énfasis en este tipo de situaciones, por ejemplo, tras el incidente del vuelo 447 de Air France, se intensificó el entrenamiento de pilotos en situaciones de entrada en pérdida.

Es por ello por lo que, aunque sigue siendo necesario un entrenamiento exhaustivo en situaciones de entrada en pérdida y aproximación a esta, este tipo de maniobras no resultan tan conflictivas como lo eran hace unos años.

En la misma línea, al resultar las maniobras de *go-around* especialmente conflictivas los últimos años, la FAA junto al *U.S. Department of Transportation* emitió un SAFO en el que, tras realizar un estudio de los accidentes e incidentes relacionados con la pérdida de control, recomendaba revisar los procedimientos de *go-around* y el entrenamiento de los pilotos en este tipo de maniobras para reducir el número de accidentes.

La maniobra de *go-around* no es una maniobra que se realice durante el transcurso normal de los vuelos, sin embargo, no es una maniobra de emergencia, aunque puede ser utilizada en ciertas situaciones de emergencia.

El peligro de la maniobra surge cuando no se ejecuta en las condiciones adecuadas, algunos de los puntos más conflictivos con esta maniobra son:

- Potencia. Para ejecutar esta maniobra se debe aplicar máxima potencia de una forma suave. El hecho de no aplicar máxima potencia o realizar acciones abruptas con el control del empuje pueden resultar en un accidente.
- Actitud de la aeronave. En este caso sucede algo similar a los casos de entrada en pérdida, previamente a tratar de ascender, es necesario mantener la aeronave con una actitud de *nose-down* de forma que esta gane la velocidad necesaria para sustentar y posteriormente ganar altitud.

El hecho de tratar de ascender demasiado pronto responde al acto reflejo de tratar de ascender cuando uno se ve en peligro, sin embargo, los pilotos deberían ser conscientes de que ascender demasiado pronto hará que la aeronave entre en pérdida.

- Configuración. Durante la maniobra, el piloto debe ser consciente de la configuración de flaps y tren de aterrizaje en la que se encuentra. Su principal foco de atención debe ser los flaps, puesto que, de mantenerlos desplegados, no se alcanzaría toda la velocidad posible, y el hecho de retirarlos demasiado pronto podría resultar en una pérdida de la sustentación necesaria.

- Indecisión. Un factor fundamental es la capacidad del piloto de reconocer que la maniobra de *go-around* necesita ser ejecutada y no posponer la ejecución de esta.

El retraso en la ejecución de la maniobra aumenta considerablemente el peligro que representa esta, y es en gran parte de los casos el principal motivo del fallo en la ejecución de dicha maniobra.

Tras determinar que los pilotos tienen parte de culpa en una cantidad considerable de accidentes, uno podría pensar que con las innovaciones actuales en tecnología lo ideal sería reemplazar a los pilotos por aeronaves no tripuladas y controladas por ordenador, sin embargo, esto presenta una serie de inconvenientes.

- Sensación de seguridad. Un viajero siempre se sentirá más seguro si sabe que existe otra persona a los mandos de la aeronave que si se tratara de un ordenador o alguien a distancia.
- Un ordenador no reacciona ante situaciones críticas o de inputs incorrectos, y en ese caso sería necesaria la presencia de un piloto físico para corregir la situación. Similar a lo que ocurre con el piloto automático empleado actualmente.
- Actos terroristas o intentos de sabotaje o secuestro. Dejar la posibilidad abierta a un posible ataque informático sin nadie que pudiera corregir esto sería añadir riesgos adicionales al vuelo.

Hay que tener en cuenta algo que no se suele considerar, y es que, pese a que los pilotos pueden tener parte de culpa en un gran número de accidentes, también es gracias a ellos que este número de accidentes no es mayor. No suele ser tan evidente cuando la tripulación actúa correctamente y consigue que un potencial accidente se quede en un mero incidente.

Por ello, en vez de culpar a los pilotos de todos los males de la seguridad en la aviación, se debe hacer un esfuerzo, como ya se ha comentado, para optimizar su formación y los recursos para que actúen correctamente.

Además, nunca se debe caer en el error de pensar que se puede sustituir la formación de los operarios humanos por avances tecnológicos. Estos deben suponer una ayuda y una descarga de trabajo, esto es así si el que hace uso de ellos dispone de una formación adecuada y no se fía ciegamente de la tecnología. Por ejemplo, el desarrollo del piloto automático y del *autothrottle* sin duda han descargado de trabajo a los pilotos, sin embargo, estos deben estar adiestrados y ser capaces de realizar las maniobras manualmente en caso de fallo de los sistemas de ayuda.

Como describe el Capitán Warren VanderBurgh de la Academia de Vuelo de American Airlines¹⁸: en la mayoría de las situaciones la automatización reduce la carga de trabajo.

¹⁸ Aviation Wekk & Space Technology – 22/07/2013

Pero, en ciertas situaciones, especialmente situaciones críticas, la automatización aumenta la carga de trabajo. Por ejemplo, es más difícil reprogramar un ordenador de a bordo para evitar una colisión en mitad del vuelo que apagar los sistemas automáticos, tomar los controles y realizar las acciones evasivas correspondientes.

Adicionalmente a estas declaraciones surgen las de Tom Brown¹⁹, ex-instructor de pilotos de Asiana hablando sobre lo problemática que resulta la adicción a la automatización en ciertas zonas de Asia y el Medio Este, donde el rápido crecimiento de la industria aeronáutica no está compensado con la posibilidad de un gran volumen de horas de vuelo, así como despegues y aterrizajes como entrenamiento. En estas habla sobre cuando trabajaba como instructor en Corea del Sur, donde “se encontraba impresionado y sorprendido por la falta de habilidades de pilotaje básicas”, donde decía que solicitar a los pilotos “realizar una aproximación visual suponía un golpe de miedo a sus corazones”.

Por todo esto, aunque el desarrollo de la tecnología siempre supondrá una ayuda beneficiosa, se debe mantener un estándar y un mínimo de conocimientos de pilotaje básicos por parte de los pilotos, así como un cierto número de aterrizajes y despegues realizados manualmente y algunos sin *autothrottle*.

¹⁹ En un e-mail a sus amigos publicado en Aviation Wekk & Space Technology – 22/07/2013

Páginas web y bibliografía

LIBROS

Barnes W.McCormick y Capt. M.P.Papadakis, Aircraft Accident Reconstruction and Litigation

Thomas G.C. Griffin, Mark S. Young y Neville A. Stanton, Human Factors Models for Aviation Accident Analysis and Prevention

R.D Campbell y M. Bagshaw, Human Performance and Limitations in Aviation

Jan Roskam, Lessons Learned in Aircraft Design

Masako Miyagi, Serious Accidents and Human Factors

Robert L.Cohn. They called it pilot error

PÁGINAS WEB

[http:// www.aopa.org](http://www.aopa.org)

[http:// www.apstraining.com](http://www.apstraining.com)

[http:// www.avherald.com/](http://www.avherald.com/)

[http:// www.aviationglossary.com](http://www.aviationglossary.com)

[http:// www.aviation-safety.net](http://www.aviation-safety.net)

[http:// www.baaa-acro.com/](http://www.baaa-acro.com/)

[http:// www.faa.gov](http://www.faa.gov)

[http:// www.faasafety.gov](http://www.faasafety.gov)

[http:// www.flightsafety.org](http://www.flightsafety.org)

[http:// www.gcaa.ae](http://www.gcaa.ae)

[http:// www.iata.org](http://www.iata.org)

[http:// www.icao.int](http://www.icao.int)

[http:// www.icatee.org](http://www.icatee.org)

[http:// www.jacdec.de](http://www.jacdec.de)

[http:// www.nts.gov](http://www.nts.gov)

[http:// www.planecrashinfo.com](http://www.planecrashinfo.com)

[http:// www.skybrary.aero](http://www.skybrary.aero)

En adición a diversas publicaciones, revistas, periódicos, blogs y distintas páginas web.

ANEXO I

RASG-AFI

Angola	Congo	Guinea	Mozambique	South Africa
Benin	Côte d'Ivoire	Guinea-Bissau	Namibia	South Sudan
Botswana	Democratic Republic of the Congo	Kenya	Niger	Swaziland
Burkina Faso	Djibouti	Lesotho	Nigeria	Togo
Burundi	Equatorial Guinea	Liberia	Rwanda	Uganda
Cameroon	Eritrea	Madagascar	Sao Tome and Principe	United Republic of Tanzania
Cape Verde	Ethiopia	Malawi	Senegal	Zambia
Central African Republic	Gabon	Mali	Seychelles	Zimbabwe
Chad	Gambia	Mauritania	Sierra Leone	
Comoros	Ghana	Mauritius	Somalia	

RASG-APAC

Afghanistan	Federated States of Micronesia	Maldives	Palau	Tonga
Australia	Fiji	Marshall Islands	Papua New Guinea	Tuvalu
Bangladesh	India	Micronesia (Federated States of)	Philippines	Vanuatu
Bhutan	Indonesia	Mongolia	Republic of Korea	Viet Nam
Brunei Darussalam	Japan	Myanmar	Samoa	
Cambodia	Kiribati	Nauru	Singapore	
China	Lao People's Democratic Republic	Nepal	Solomon Islands	
Cook Islands	Malaysia	New Zealand	Sri Lanka	
Democratic People's Republic of Korea		Pakistan	Thailand	
			Timor-Leste	

RASG-EUR

Albania	Cyprus	Israel	Norway	Switzerland
Algeria	Czech Republic	Italy	Poland	Tajikistan
Andorra	Denmark	Kazakhstan	Portugal	The former Yugoslav Republic of Macedonia
Armenia	Estonia	Kyrgyzstan	Republic of Moldova	Tunisia
Austria	Finland	Latvia	Romania	Turkey
Azerbaijan	France	Lithuania	Russian Federation	Turkmenistan
Belarus	Georgia	Luxembourg	San Marino	Ukraine
Belgium	Germany	Malta	Serbia	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
Bosnia and Herzegovina	Greece	Monaco	Slovakia	Uzbekistan
Bulgaria	Hungary	Montenegro	Slovenia	
Croatia	Iceland	Morocco	Spain	
	Ireland	Netherlands	Sweden	

RASG-MID

Bahrain	Jordan	Oman	Syrian Arab Republic
Egypt	Kuwait	Qatar	United Arab Emirates
Iraq	Lebanon	Saudi Arabia	Yemen
Islamic Republic of Iran	Libyan Arab Jamahiriya	Sudan	

RASG-PA

Antigua and Barbuda	Canada	El Salvador	Nicaragua	Suriname
Argentina	Chile	Grenada	Panama	Trinidad and Tobago
Bahamas	Colombia	Guatemala	Paraguay	United States
Barbados	Costa Rica	Guyana	Peru	Uruguay
Belize	Cuba	Haiti	Saint Kitts and Nevis	Venezuela
Bolivia	Dominica	Honduras	Saint Lucia	
Brazil	Dominican Republic	Jamaica	Saint Vincent and the Grenadines	
	Ecuador	Mexico		